

„Die Struktur des Zwerchfellspiegels
(Centrum tendineum)
von Rind und Pferd.“

Blasius Kollmeier

Aus dem Tieranatomischen Institut der
Ludwig-Maximilians-Universität München
Vorstand: Prof. Dr. Hugo Grau

"Die Struktur des Zwerchfellspiegels

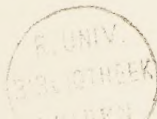
(Centrum tendineum)

von Rind und Pferd."

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinärmedizinischen Doktorwürde der
Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Blasius Kollmeier
Tierarzt
aus
Trostberg

München 1958



Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Professor Dr. K. Z i p f

Referent: Professor Dr. H. G r a u

Tag der Promotion: 25. Juli 1958

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit und Verehrung



Digitized by the Internet Archive
in 2026

I N H A L T

1. Einführung.
2. Die Ontologie des Zwerchfells.
3. Besprechung der Literatur.
 - I. Lehrbücher.
 - a) aus der Humanmedizin.
 - b) aus der Tiermedizin.
 - II. Spezielle Arbeiten.
4. Material und Methode.
5. Gestalt und Form des Centrum tendineum (bei Rind und Pferd).
6. Vergleichende Betrachtung der muskulösen Zwerchfellteile von Rind und Pferd.
7. Die morphologischen Bestandteile des Centrum tendineum bei Rind und Pferd und seine Struktur.
(Homolaterales System und Verspannendes System).
8. Das Foramen venae cavae bei Rind und Pferd.
 - a) Konstruktion des Foramen venae cavae.
 - b) Verspannung des Foramen venae cavae.
 - c) Fixierung der Venae cavae caudalis am Foramen venae cavae.
9. Abnorme Muskelbündel im Zwerchfellspiegel.
10. Diskussion.
11. Zusammenfassung.
12. Abbildungen.
13. Literaturverzeichnis.

E i n f ü h r u n g

Die Struktur des Zwerchfellspiegels ist von zahlreichen Autoren schon wiederholt beschrieben worden.

Die Durchsicht des Schrifttums zeigt jedoch erhebliche Abweichungen nicht nur in den anatomischen Benennungen sondern auch die mitgeteilten Befunde stimmen vielfach nicht überein.

Die in jüngster Zeit am hiesigen Institut durchgeführten Untersuchungen über den Bau des Zwerchfells der Fleischfresser und kleinen Wiederkäuer haben einige neue Gesichtspunkte ergeben.

Die vorliegende Arbeit soll hieran anknüpfend die Verhältnisse bei Rind und Pferd untersuchen.

Die Ontologie des Zwerchfells

Die eigentliche Leibeshöhle, das embryonale Cölo m, tritt bei den Säugern nach der Bildung der Ursegmente bzw. Seitenplatten durch die Spaltung derselben in eine viscerele und eine parietale Platte auf. Schon vorher kommt im Bereich des Kopfmesoderms die Pericardialhöhle zur Ausbildung, die mittels der paarigen Ductus pleuropericardiaci kaudalwärts Anschluß an die Leibeshöhle gewinnt. Die Grenze zwischen späterer Bauchhöhle und Pericardialhöhle bildet das Septum transversum kaudal vom Herzen.

Der dorsal liegende paarige Pleuraraum wird vom Pericardialraum durch eine frontale, die Ductus Cuvieri enthaltende Falte, das Septum pleuropericardiacum, abgetrennt, steht aber noch durch den Ductus pleuroperitonealis mit der Bauchhöhle in Verbindung.

Zur Bildung des Zwerchfelles kommt es durch Verlötung des kranialen Abschnittes der Urnierenfalte, der Membrana pleuroperitonealis mit dem Septum transversum, wobei erstere die Seitenteile, letzteres den mittleren Abschnitt des Zwerchfells liefert (= sekundäres Septum transversum). Mit dem gegenseitigen Verschuß der Pleura- und Peritonealhöhle ist die Entwicklung des Zwerchfells noch nicht beendet. Es fügt sich am Rand ein weiterer peripherer Teil an, der seine Entstehung der Erweiterung der Pleurahöhlen verdankt, die sich in den Winkel zwischen Brustwand und Septum transversum spaltend nach hinten einschieben. Dieses Zwerchfell ist anfänglich eine mesenchymale Bildung, beidseitig von Cölothel überzogen. Später wachsen quergestreifte Muskelfasern vom 3., 4. und 5. Cervikal-Myotom ein.

Das den Boden des Pericards bildende Septum transversum mit dem Herzen liegt zunächst in Höhe des 3., 4. und 5. Halsmyotoms. Von diesen 3 cervikalen Myotomen wächst Muskulatur mit den versorgenden Nerven in das Septum ein. Das zunächst weit cranial am Halse angelegte Zwerchfell wird dann durch einen Descensus nach caudal verlagert.

Über die Herkunft und Entstehung des definitiven Zwerchfells herrschen verschiedene Meinungen:

Nach KOLLMANN (1898) und HERTWIG (1915) wachsen von der Rumpfwand Muskeln, Abkömmlinge zweier Halsmyotome, in die Bindegewebslamelle (=Zwerchfell) ein und spalten sie in zwei Blätter, in die Pleura diaphragmatica und in den Bauchfellüberzug.

Nach BONNET (1918) soll "das Centrum tendineum des Säugetierzwerchfells durch teilweise Rückbildung des anfangs ganz muskulösen Zwerchfells entstehen".

BROMAN (1921) schreibt: "Der Pericardialteil in dem definitiven Zwerchfell wird vom Septum transversum gebildet. Die Pars lumbalis stammt von dem dorsalen Mesenterium und der dorsalen Körperwand. Die Pars costalis und die Pars sternalis sind beide Derivate der lateralen bzw. vorderen Körperwand, wobei jedoch zu bemerken ist, daß der ältere Teil der Pars costalis in prinzipiell anderer Weise entstanden ist, als der übrige Costal-Teil. Hervorzuheben ist, daß die oben angegebene Beschreibung über die verschiedene Abkunft der verschiedenen Zwerchfellteile aller Wahrscheinlichkeit nach nur für das bindegewebige Gerippe des Zwerchfells und nicht für die Zwerchfelmuskulatur gültig ist.

Die Muskulatur jeder Zwerchfelloberhälfte ist wahrscheinlich einheitlichen Ursprungs, und zwar haben wir Grund anzunehmen, daß sie aus dem vierten Halsmyotom der betreffenden Körperseite stammt. Beim Menschen dringt wahrscheinlich die Muskelanlage im zweiten Monat des Embryonal-Stadiums, wenn die bindegewebige Zwerchfellanlage sich in der Höhe des vierten Halssegmentes befindet, in diese hinein. Anzunehmen ist, daß die Muskelanlage zunächst an der Insertionsstelle des Nervus phrenicus angehäuft wird, um in den nächstfolgenden Stadien allmählich auf die ganze bindegewebige Zwerchfellanlage der betreffenden Seite verteilt zu werden.

Ein Centrum tendineum scheint anfangs zu fehlen. Dasselbe entsteht wahrscheinlich sekundär und zwar dadurch, daß die Muskelelemente an gewissen Stellen wieder zugrundegehen".

Nach ZIETZSCHMANN (1924) ist das Zwerchfell eine rein mesenchymatische Bildung, --- "später wachsen quergestreifte Muskelzellen von den oben besprochenen, mit dem Nervus phrenicus verbundenen Vormuskelblastem her ein" --- "Während in jungen Stadien die Muskulatur das ganze Septum durchsetzt, weicht sie später nach der Peripherie zurück. So entsteht das Centrum tendineum, während sich am muskulösen Teil die Spaltung in den Lumbal- und Sternocostal-Abschnitt vollzieht".

FISCHEL (1929) schreibt: "--- Während das Septum anfangs quersteht, steht es später schief, seine ursprünglich untere Fläche nach unten und vorne". --- "Die beiden aus dem 3. und 4. Cervikalmoytom stammenden Muskelanlagen des Zwerchfells bleiben zunächst voneinander getrennt. Wahrscheinlich lie-

fert die obere Anlage der Pars sternocostalis, die untere Anlage die Pars lumbalis des Zwerchfells. Das Centrum tendineum entsteht durch Rückbildung eines Teils der Zwerchfellmuskulatur".

Nach BRANDT (1949) soll sich das Zwerchfell aus drei verschiedenen Bestandteilen entwickeln. (Septum transversum - Pleuroperitoneal - Membran - Mesoesophageum).

"Bei der Entwicklung des Septum transversum wurde darauf hingewiesen, daß das definitive Zwerchfell sich aus der Anlage der horizontalen, kuppelförmigen cranialen Schicht des Septum transversum entwickelt.

Von der Peripherie her wächst nun der Zwerchfellmuskel in diesen cranialen Abschnitt des Septum transversum vor, erreicht aber bei diesem Vorwachsen nicht das Centrum der Platte, welches daher frei von Muskelgewebe ausgespart bleibt, das hier liegende embryonale Mesenchym differenziert sich in das straffe Centrum tendineum des Zwerchfells aus".

BOENIG (1950) schreibt: "Die Anlage der quergestreiften Zwerchfellmuskulatur wandert aus den vier cranialen Halssegmenten in die bindegewebige Anlage des Zwerchfells ein".

STARCK (1955) stellt fest: "--- Pars costalis und Pars sternalis entstehen aus der Thoraxwand und aus der Membrana Pleuroperitonealis. Die Pars lumbalis stammt vom Mesenterium dorsale und von der Rumpfwand her. Die Genese der Zwerchfellmuskulatur ist nicht sicher bekannt. Stammesgeschichtlich leitet sich der Zwerchfellmuskel sicher von ventraler Rumpfmuskulatur des Halsgebietes ab. Ontogenetisch erfolgt die Differenzierung zu Muskelgewebe aber im membranösen Zwerchfell (KÖRNER), so daß es unklar bleibt, ob die Gewebelemente des vierten Halsmyotoms im undifferenzierten Zustand in die Zwerchfellanlage einwandern oder ob die Muskulatur sich aus mesenchym in loco differenziert".

Die Auffassungen von ZIETZSCHMANN (1955) und FERNER (1956) wurden in der Übersicht über die Entwicklung des Zwerchfells dargestellt.

L i t e r a t u r

In den L e h r - u n d H a n d b ü c h e r n der Humanmedizin wird der Spiegel des menschlichen Zwerchfelles früh schon und mehr oder weniger ausgiebig erwähnt. Von den alten Autoren - SÖMMERING (1791), MECKEL (1816), BOUGERY (1834), LUSCHKA (1863), HENLE (1858), SAPPEY (1876), POIRIER (1896), LE DOUBLE (1897), GEGENBAUR (1899) - ist die Auffassung POIRIER's hervorzuheben. Er sieht im Zwerchfell parallel zueinander laufende zweibäuchige Muskelfasern, deren Zwischensehnen das Centrum tendineum bilden.

Selbst in den neueren Lehrbüchern finden sich keine Einzelheiten über den Zwerchfellspiegel.

So schreibt unter den neueren Autoren - GRAY (1944), SIEGLBAUER (1947), VOSS und HERRLINGER (1948), CORNING (1949), HAFFERL (1953), SPALTEHLZ (1953), BRAUS (1954), RAUBER - KOPSCH (1954) - BENNINGHOFF (1954), der die Anatomie unter Bevorzugung funktioneller Zusammenhänge darstellt, über den Zwerchfellspiegel nur:

"Die Sehnenfasern im Centrum tendineum verbinden die gegenüberstehenden Enden der Muskelfasern untereinander. Wäre das Centrum kreisförmig, so müßten alle Sehnenfasern zum Mittelpunkt des Kreises verlaufen. Durch die Kleeblattform kommt es fast zu rechtwinkligen Überschneidungen und teilweise kurvenförmigem Verlauf der Sehnenfasern. Die längsten Muskelsehnenzüge beginnen mit Muskelfasern, die in die untere Konvexität der seitlichen Blätter einstrahlen und aus dem ventralen Umfang der Zentralsehne wieder austreten, um als Muskelfaser an die sternalen Rippenzüge heranzutreten".

In den L e h r - u n d H a n d b ü c h e r n der Tiermedizin wird von den Autoren des vergangenen Jahrhunderts der Zwerchfellspiegel oder das Centrum tendineum - auch die Synonyma "Pars tendinea", "Helmont'scher Spiegel", "Speculum helmontii" sind zu finden - nur kurz besprochen.

GURLT (1860), FRANK (1871, 1883, 1892), LEISERING - MÜLLER - ELLENBERGER (1890), SUSSDORF (1895) und MARTIN (1912).

Sie schreiben, daß das Speculum helmontii aus silberglänzenden Sehnenfasern bestünde, die größtenteils radiär gelegt seien.

Bei ELLENBERGER - MUELLER (1896) ist zu lesen: "----- er besteht aus silberglänzenden Sehnenfasern, die aus dem fleischigen Teil hervorgehen und dem Centrum zustreben, sich aber auch vielfältig untereinander kreuzen".

In den anatomischen Lehrbüchern der letzten Jahrzehnte wird der Zwerchfellspiegel des Pferdes überall kurz beschrieben. Die Angaben der einzelnen Autoren sind jedoch knapp und stimmen nicht immer überein.

Das Centrum tendineum des Rindes findet in den Lehrbüchern der Tieranatomie kaum gesonderte Beachtung.

MARTIN (1919) schreibt, daß der sehnige Teil, das Centrum tendineum durch die Pfeiler sowie durch einen fast dem ganzen kaudalen Brustkorbrand sich anschließenden Kranz von Muskelzacken gespannt werden kann:

"Das Centrum tendineum diaphragmatis ist entsprechend der Wölbung des Zwerchfelles im Bereiche des Kuppelscheitels einfach, dorsal, d.h. nach der rechten und linken Zwerchfelnische hin gegabelt. Beim Pferd hat es eine dorsoventral ziemlich langgestreckte Form, bei den übrigen Haussäugetern ist seine Umgrenzung mehr rundlich".

Zwanzig Jahre später ist in der Anatomie der Hauswiederkäuer von MARTIN und SCHAUDER (1938), die sich auf die "eingehende Schilderung des Zwerchfells der Wiederkäuer" von FAVILLI (1928) (siehe Spez. Arbeiten) beziehen über das Centrum tendineum¹⁾ nur zu lesen:

"Am Zwerchfellspiegel findet sich ein sehniger Ring um das Hohlvenenloch, an dem sich Muskelbündel der Zwerchfelpfeiler ansetzen".

GRAU in ELLENBERGER - BAUM (1943) berichtet über das C.t.:

"Am Zwerchfellspiegel, der sich im wesentlichen aus Sehnenfaserbündel aufbaut, unterscheidet man drei Hauptschichten: eine abdominale (bauchhöhlenseitige), eine thorakale (brusthöhlenseitige) und eine (intermediäre) Mittelschicht. Die Sehnenbündel werden geschieden in die die Hauptmasse der abdominalen und thorakalen Schicht bildenden Hauptsehnenfaserszüge und in die abweichend von ihnen verlaufenden Nebensehnenfaserszüge. Die ersteren verlaufen in der bauchhöhlenseitigen Schicht im wesentlichen radiär und in der

1) Centrum tendineum im folgenden immer als C.t. abgekürzt.

brusthöhlenseitigen im wesentlichen zirkulär, ohne daß man aber diesen Verlauf auf ein einheitliches Zentrum beziehen kann. Neben-sehnenfaserzüge kommen bei allen Tierarten vor. Sie haben einen anderen Verlauf als die Hauptsehnenfaserzüge und sind oft so zahlreich und in so starken Zügen vorhanden, daß sie die Hauptsehnenfaserzüge mehr oder weniger verdecken und den Faserverlauf kompliziert gestalten".

ZIMMERL (1949) schreibt:

"La parte tendinea è costituita da una spessa e robusta lamina pure a forme di cuore di carta da gioco colla base, in alto, che raggiunge, o quasi, le due ultime coste, è formata da fibre a direzione essenzialmente raggiata, non mancano però quelle aventi altra direzioni, a destra in vivnanza della linea mediana i fasci tendinei limitano un' apertura per il passaggio della vena cava caudale".

In SISSON's "Anatomy of the Domestic Animals" (1950) ist zwar bei jeder Tierart das Diaphragma kurz erwähnt und vergleichend anatomisch zu dem des Pferdes mit einigen Sätzen angeführt. Über den "Spiegel" findet sich nur bei der Abhandlung des Zwerchfelles des Pferdes folgende Angabe:

"The tendinous center (Centrum tendineum) resembles the periphery in outline, but is more elongated. It is partially divided into right and left parts by the descent of a crura into it. It is composed largely of radiating fibres but many interlace in various directions; this is specially evident around the foramen venae cavae, which is encircled by fibres. A strong tendinous layer extends across below the hiatus oesophageus".

TAGAND und BARONE (1952) widmen dem Zwerchfell des Pferdes eine umfassende Beschreibung.

Sie betrachten die Arbeitselemente des Diaphragmas als z w e i b ä u c h i g e Fasern und schreiben:

"Le diaphragme peut être considéré comme formé par l'assemblage d'une multitude de fibres régulièrement digastriques.

Chacune d'elles prend naissance a la région souslombaire, passe dans un des piliers, se continue par un tendon qui participe à la formation du centre phrénique; au tendon fait suite une nouvelle portion charnue entrant dans la constitution de la bande périphérique".

Eine bestimmte Anzahl von Fasern durchkreuzen einander in verschiedenen Richtungen:

"En réalité, la portion aponévrotique centrale n'est pas formée uniquement par des fibres rayonnées, intermédiaires entre les deux parties charnues. Un certain nombre de ces fibres s'entrecroisent dans des directions variées: ceci est particulièrement évident autour de l'orifice cave, limité par des fibres à disposition acriciforme".

Bei der Besprechung der Zwerchfellsöffnungen gehen die französischen Anatomen auf das Foramen venae cavae ein:

"--- Cet orifice, traversé seulement par la veine cave postérieure, est entouré par des fibres arciformes disposées en anneau continu".

DOBBERSTEIN - KOCH (1953) unterscheiden drei Lagen von Sehnenfasern, die teils radiär, teils zirkulär, teils schräg verlaufen.

In NICKEL - SCHUMMER - SEIFERLE (1954) schreibt SEIFERLE:

"Das Centrum tendineum besteht im allgemeinen aus drei Schichten von Sehnenfaserbündeln, deren Hauptfaserzüge in der abdominalen Schicht im wesentlichen radiär, in der thorakalen Schicht zur Hauptsache zirkulär verlaufen und in sehr verschiedener Weise von sog. Nebenfaserzügen durchwirkt sein können. Beide Hauptfaserlager werden durch eine intermediäre Mittelschicht miteinander verbunden".

II. Spezielle Arbeiten!

LUDWIG - SCHWEIGGER - SEIDEL (1866) untersuchen das C.t. des Kaninchens, um den Mechanismus des Lymphdurchtritts durch das C.t. zu klären. Dabei berichten sie über die Morphologie des Zwerchfellspiegels, daß die Bindegewebsmassen, welche die Grundlage des C.t. bilden, in verschiedenen Schichten angeordnet seien.

Sie unterscheiden eine radiäre Schicht auf der Bauchseite und eine zirkuläre auf der Brustseite.

"Die nach oben gelegene zirkuläre Faserschicht ist mehr gleichmäßig entwickelt oder nur durch einzelne im Bogen verlaufende Verstärkungs-

züge auffallend markiert".

Sie berichten ferner, daß zu diesen beiden Schichten noch zwei weitere, viel zartere hinzukommen: Peritoneum und Pleura. In ihnen hätten die Fasern eine mehr transversale Richtung.

GRÖNROOS (1897) untersucht die Mechanik der Zwerchfellkuppel-Bewegung mittels der Röntgenoskopie. Er bestätigt die vorher strittige Meinung, daß die Zwerchfellkuppel bei der Atmung Excursionen ausführe.

V.d. HELLEN (1903) untersucht das C.t. des Menschen und berichtet ausführlich über die Ausdehnung und Abgrenzung der Lappen des C.t. gegeneinander. Über den Faserverlauf im Spiegel schreibt er:

"Wir finden hier einmal Fasern, die vom vorderen Rand zum hinteren, also in meist a n t e r o p o s t e r i o r e r Richtung verlaufen; sie machen die Hauptmasse des C.t. aus und ich nenne sie deshalb die Hauptfasern".

Als zweite Faserart nennt er die "T r a n s v e r s a l e n" Fasern, "die mit den Hauptfasern verflochten oder ihnen auf der Brust- und Bauchseite aufgelagert sind und meist rechtwinkelig zu ihnen verlaufen."

Ihre Kreuzung und ihr Verlauf um das Foramen venae cavae werden beschrieben und dargestellt. Außerdem findet er im ventralen Lappen Fasern, die im Bogen vom rechten zum linken Rande verlaufen.

HABERLAH (1911) berichtet u.a. in seinen "Vergleichenden Untersuchungen über das Zwerchfell der Haustiere" auch über das C.t.

In Anlehnung an die von v.d. HELLEN (1903) eingeführten Bezeichnungen unterscheidet er auf der peritonealen Seite Hauptfasern, das sind die r a d i ä r verlaufenden Faserbündel und Nebenfasern, die stets eine andere Richtung als die Hauptfasern innehalten.

Der Autor berichtet über den Sehnenspiegel des Kalbes, nicht jedoch über den des erwachsenen Rindes.

Beim Kalb beschreibt er vom Bereich der Hohlvene ins linke Horn ausstrahlende Nebenfasern, die viel stärker seien als beim Schaf und oft auf die thorakale Seite übertreten würden. Beim Pferd schildert er u.a. auch den Verlauf der Nebenfasern: "--- wobei sich beim Pferd ein besonders eigenartiges Bild ergibt".

Über den Faserverlauf auf der pleuralen Seite berichtet er, daß er bei wei-

tem nicht so deutlich erkennbar wäre, nicht so kompliziert sei wie auf der abdominalen Seite und bei den verschiedenen Tieren einander ähnlicher sei.

Er fährt fort:

"Beim Pferd verläuft die Hauptmasse der Fasern (d.h. die Hauptfasern) des Spiegels auf der thorakalen Seite den Hauptfasern der abdominalen Seite stets entgegengesetzt. Sie verlaufen derart bogig, daß sie seitlich an den Pfeilern der einen Seite beginnen und im Bogen zur entgegengesetzten der Pfeiler verlaufen".
(also zirkulär, d. Verf.)

HABERLAH (1911) berichtet ferner, daß die thorakale Spiegelseite bei Kalb, Schaf und Ziege ein ähnliches Bild wie beim Pferd zeige, nur daß die von den Pfeilern abgehenden bogig ventral verlaufenden Fasern sich mehr auf die lateralen Pfeilerabteilungen beschränken.

In dem Abschnitt über die Struktur des C.t. berichtet HABERLAH zunächst von einer abdominalen und thorakalen Hauptschicht und fährt dann fort:

"Diese beiden Hauptschichten werden durch eine verbindende M i t t e l s c h i c h t zusammengehalten, so daß man mithin eine peritoneale und eine pleurale sehnige Schicht und eine konjunktive Mittelschicht unterscheiden kann, von denen das peritoneale Stratum in der Regel die größte Dichte besitzt".

HABERLAH unterscheidet also d r e i Schichten am C.t. .

- 1) Die abdominale Hauptfaserschicht, die radiären Sehnenbündelverlauf zeigt und der die Nebenfasern meist gegen das Peritoneum zu aufgelagert sind oder auch manchmal gegen die Mittelschicht zu.
- 2) Die Mittelschicht, die sich "aus relativ lockerem Bindegewebe mit elastischen Fasern" aufbaut, Diese enthalte stellenweise auch oft viel Fett und werde "hier und da von Sehnenzügen durchzogen, die von der peritonealen zur pleuralen Hauptschicht verlaufen und umgekehrt".
- 3) Die aus zirkulär verlaufenden Hauptfasern bestehende pleurale Hauptschicht.

HABERLAH untersucht auch die Öffnungen im Zwerchfell, die im Diaphragma ansetzenden Bänder und berichtet ausführlich über seine Untersuchungen des Brust- und Bauchfells, die ja das dreigeschichtete Zwerchfell überziehen.

Eine Fascia endothoracica und Fascia peritonealis findet bei ihm keine Er-

wähnung.

PETIT (1919) stellt entgegen allen früheren Autoren fest, daß keine Möglichkeit einer Unterscheidung des C.t. an Hand seiner Gestalt und Form bei den verschiedenen Haussäugetierarten bestünde.

Die individuellen Unterschiede sind dominante Merkmale des C.t..

"L'aspect du centre phrénique diffère non seulement d'un ordre à l'autre, et dans tel ordre, d'une famille à une autre famille, mais de différences sensibles quoique moins tranchées apparaissent aussi jusque dans la même espèce. Ainsi, pour six Chats examinés par nous, on aurait pu donner six descriptions et six dessins particuliers du centre phrénique. De même pour trois Rats, trois Souris, deux Fouines, etc."

"Variations de forme, variations de dimension, voilà donc deux faits caractéristiques de la morphologie du centre phrénique."

BLAIR (1923) untersucht eine größere Anzahl von Zwerchfellen des Menschen und auch einiger Affen. Er berichtet in seiner "STUDY OF THE CENTRAL TENDON OF THE DIAPHRAGM" in dem Abschnitt "Struktur of Central Tendon" über Form und Gestalt des C.t. und seinen drei Lappen. In seiner Schilderung der Faserschichten unterscheidet BLAIR "transverse layer" auf der peritonealen Seite und "superior longitudinal layer" auf der Brustseite. Am rechten Lappen des C.t. beschreibt er auf der peritonealen Seite eine dritte Schicht:

"the right lobe shows, in addition, an incomplete third layer in the form of a longitudinal Band on the inferior surface (inferior longitudinal layer)." Bei seinen Ausführungen über die "central zone" hebt BLAIR besonders die sich im Sehnenknoten in Form eines Andreas-Kreuzes, das beim Hiatus oesophagus und links des Foramen venae cavae liegt, überschneidenden vier Bänder hervor.

"Turning now to the central zone, this is found to be occupied by four wellmarked diagonal bands radiating outwards from a central point of decussation like the bars of a St. Andrew's cross. This central point appears as a thick node of compressed tendinous strands situated in front of the oesophageal aperture and to the left of the vena caval opening; as the four bands diverge from it towards the various lobes, each expands in fanwise manner. Regarding them as converging on the central node, each band sends fibres mainly diagonally across the decussation into the opposite band,

but also to a lesser extend into each of the adjacent pair.
From their relativ positions, the bands may be referred to for
conveniences as right anterior, left anterior, right posterior
and left posterior".

Die Kreuzung der Sehnenbänder in einem Sehnenknoten hebt der Autor beson-
ders hervor.

Er untersucht Foeten aller Graviditätsstufen und stellt dabei bei älteren
Foeten dieselbe Anordnung der Fasern fest wie beim Erwachsenen. Bei jüngeren
sind zwar nur "--- the four central bands are only to be seen as ---"

Bei dem jüngsten von ihm untersuchten Foetus-Zwerchfell ist der Faserverlauf
noch nicht ausgebildet, "--- but even here the central cruciate arrangement
is distinct.---"

Das Sehnenkreuz ist symmetrisch angelegt und im rechten Winkel desselben liegt
das Foramen venae cavae.

Im linken Sehnenkreuzwinkel liegt genau zum Foramen venae cavae symmetrisch
eine kleine, in ihrer Größe variierende faserfreie Stelle, die BLAIR bei Er-
wachsenen und Foeten feststellen konnte. Er sieht in dieser "perforating Vein"
ein Rudiment einer ursprünglich paarig angelegten Körpervene.

FAVILLI (1928) geht in einer Arbeit über die Zwerchfellmuskulatur der Haus-
wiederkäuer auf den Sehnen Spiegel des Zwerchfells nur wenig ein. Beim Rind
sei der Spiegel auf Kosten des peripheren fleischigen Teils sehr groß und
die Pfeiler weit in das C.t. hineinragend.

Er fährt fort:

" I piu superficiali si vedono come irradiati dal centro alla
periferia, con andamento curvilineo, tra loro qua e la sovrapposti
ed incrociati.

Al di sotto dei pilastri mediani, nel centro frenico, i fasci
tendinei si addensano strettamente, incrociandosi, nel passare
parte dei sinistri verso destra, i destro verso sinistra.

In modo da circoscrivere così una caratteristica c r a v a t t a
t e n d i n e a a t t o r n o a l l' h i a t u s v. C a v a e,
a lato interno del quale resta formato una specie di nodo.

E proprio al nodo di questa cravatta
t e n d i n e a, nodo addensato e sporgente in mezzo a quel
piccolo spazio che separa l'jato esofageo da quello della v.

cava, che - come poi direi - alcuni fasci carnosissimi dei pilastri prendono inserzioni".

PANCRAZI (1931) untersucht vergleichend den Spiegel-Aufbau der Säuger.

Nach PANCRAZI ist das C.t. aus zwei gleichen Arten von Bündeln zusammengesetzt. Die erste Art ist identisch mit der von BLAIR beim Menschen beschriebenen, der transversalen Schicht:

"--- quelli del primo si trovano nelle due fogliole dorsali, dove sono diretti quasi trasversalmente da un margine all'altro, riunendo insieme i fascetti muscolari della parte lombare e quelli della porzione dorsale della parte costale".

Die andere Faserart schildert er wie folgt:

"I fascetti tendinei del secondo ordine, invece incominciano più spesso compatti all'indietro in corrispondenza delle due fogliole dorsali, facendo seguito in prevalenza alla parte lombare, si recano quindi in avanti e, raggiunta la fogliola ventrale s'incrociano, quelli di destra sovrapponendosi cranialmente ai sinistri subito davanti alla parte lombare ed a sinistra del foro della vena cava inferiore, per poi espandersi a ventaglio e in varia proporzione secondo le specie. ---"

Von dieser bandartigen Anordnung der Faserbündel, die "beinahe ein wenig der für den Menschen beschriebenen gleichkommt, die v.d. HELLEN gegeben, unterscheiden sich nur jene Arten von Säugetieren, bei denen das Foramen venae cavae eine extreme Stellung einnimmt.

PANCRAZI schreibt darum:

"Si ha così l'impressione che l'ordinamento dei fasci tendinei del centro frenico dipendo molto dalla posizione occupata dal foro della vena cava."

VIRNO (1937) betrachtet das Zwerchfell des Menschen besonders im Hinblick auf die Funktion seiner Teile. Er faßt es als eine Summe von Sekundärmuskeln auf, die durch eine Intermediärsehne verbunden werden. Sie sind also zweibäuchige Muskeln. Er teilt sie in Haupt- und Nebensysteme ein. Die Züge der "Sistemi principali" (Hauptsysteme) gleichen den anderen zweibäuchigen Muskeln des Körpers. Die der "Sistemi addizionali" (Nebensysteme) dagegen besitzen nur einen Muskelbauch. Die an

diesen Muskelbauch sich anschließende Sehne vereinigt sich mit denen der Hauptsysteme und bildet mit jenen eine funktionelle Einheit. So sind also die Zusatzsysteme, in Bezug auf ihre Funktion auch digastrischen Systemen gleichzusetzen, obwohl sie morphologisch natürlich keine solchen sind.

VIRNO (1937) unterscheidet zwei digastrische Systeme, er nennt das eine "freno-intercostale posteriore" und das andere "frenosternocostale". Er sagt, daß sie zwar dem Namen nach schon als "benderella arciforme e benderella oblique di BOURGERY" bekannt waren.

HEINRICH (1953) untersucht im Hinblick auf die paradoxe Krümmung der Pars sternalis des Zwerchfells beim Menschen auch das C.t..

Er unterscheidet Haupt- und Nebenfasern:

"Ich unterscheide im Centrum Tendineum Haupt- und Nebenfasern. Mit dieser Einteilung meine ich neben grundsätzlichen morphologischen Verschiedenheiten in Ursprung, Verlauf, Variabilität und Stärke der Sehnenfasern vor allem die funktionelle Wertigkeit der Systeme. Haupt- und Nebenfasern lagern sich, zumindest in den Seitenlappen, dreigeschichtet übereinander".

Weiter definiert er:

"Hauptfasern sind als echte Zwischensehnen zwischen zwei Muskelfasern des Zwerchfells eingeschaltet. Die Hauptfasern gliedern sich in ein homolaterales und ein kontralaterales System. Das homolaterale Hauptfasersystem überschneidet die Mediane nicht. Es bildet die Grundlage für die beiden Zwerchfelllappen. Das kontralaterale Hauptfasersystem liegt in den beiden schrägen Durchmessern des Brustkorbes. Es kreuzt die Medianebene in einem derben Knoten".

Er berichtet, daß die homolateralen Hauptfasern oft mit den kontralateralen Hauptfasern verflochten seien, besonders auf der thorakalen Seite.

Charakteristik und Funktion der Nebenfasern, die HEINRICH sowohl auf der abdominalen als auch auf der thorakalen Fläche des C.t. feststellt, beschreibt er wie folgt:

"Nebenfasern finden höchstens an einem Ende Anschluß an Muskelfasern. Sie nehmen quere Zugspannungen im Sehnen Spiegel auf und verspannen Durchtritts-Stellen von Gefäßen und Nerven. Im rechten Seitenlappen lüften sie besonders die V.c.c.."

Weiter berichtet HEINRICH ausführlich über Anordnung und Verlauf der oben genannten Fasersysteme und sagt, es ließe sich über die funktionelle Aufgabe der Nebenfasern noch nichts Endgültiges sagen, während die Hauptfasern mit ihren Muskelfasern der bestimmende Faktor für die Atembeweglichkeit des Zwerchfells seien. Er untersucht auch das Foramen venae cavae und die Muskelfasern des C.t..

Jüngst unterwirft KRAUSS (1957) das Centrum tendineum von Hund und Katze einer eingehenden Untersuchung. Er stellt eine weitgehende Übereinstimmung zwischen der Faseranordnung von C.t. des menschlichen Zwerchfells und dem des von Hund und Katze fest und unterscheidet - wie HEINRICH beim Menschen - die "homolateralen Hauptfasern" von "kontralateralen Hauptfasern" und schließlich die "Nebenfasern".

Auf Grund seiner Untersuchungen über die Anordnung der homolateralen und kontralateralen Hauptfasern und der Nebenfasern, die in manchen Präparaten die kontralateralen Hauptfasern teilweise ersetzen, kommt er zu dem Schluß, daß grundsätzlich z w e i Funktionssysteme vorhanden seien.

Das "GRUNDSYSTEM" und das "VERSPPANNENDE SYSTEM". Das Grundsystem wird lediglich von den homolateralen Hauptfasern gebildet.

Das Verspannende System dagegen von den kontralateralen Hauptfasern und Nebenfasern. Die Nebenfasern sind also funktionell den kontralateralen Hauptfasern gleichwertig. KRAUSS stellt auch einige Unterschiede heraus; so besteht die Pars lumbalis bei den Carnivoren und dem Menschen aus drei Teilen. Gegenüber der zweiteiligen des Pferdes und der anderen Haustiere seien bei den erstgenannten außer den Crura lateralia und medialia gut ausgebildete Crura intermedia vorhanden.

Als Besonderheit der Katze hebt er hervor:

"Das wichtigste Merkmal ist das Hervortreten der verspannenden Fasern, also der kontralateralen Haupt- und Nebenfasern gegenüber dem schwachen homolateralen Hauptfasersystem, das in den dorsalen Lappen zum großen Teil durch die abdominalseitig weit gegen die Lumbalportion vordringende Costalmuskulatur ersetzt wird".

Material und Untersuchungsmethode

Meine Untersuchungen wurden an frischem und fixiertem Material durchgeführt. Zur Bestimmung des häufig nur schwer übersehbaren Faserverlaufs (Umgebung des Foramen venae cavae und Bereich des Sehnenknotens) und bei der Bearbeitung der 20 Zwerchfelle von Rinderfoeten aller Graviditätsstadien nahm ich eine Lupe zur Hilfe. Der Faserverlauf wurde mit einer Nadel präparatorisch isoliert.

Es wurden die Zwerchfelle von 55 Tieren, weiblichen und männlichen Geschlechtes und verschiedener Altersstufen untersucht:

15 Rinder 15 Pferde und 25 Rinderfoeten.

Während bei den Schlachttieren die Zwerchfelle direkt bei der Exenteration entnommen wurden und dabei diese von den Leberbändern, Herzbeutel, Lungenserosenblättern und auch von Aorta und Hohlvene abgetrennt wurden, konnte ich die Foetenzwerchfelle größtenteils in situ untersuchen. Die Präparate der Foeten wurden 24 Stunden, die übrigen 48 Stunden gewässert. Daraufhin wurde die weit größte Zahl der Präparate in 3%iger Phenol-Lösung fixiert. Einige Zwerchfelle wurden in 4%iger Formalinlösung fixiert. Die Phenolfixierung war die geeignetere, weil die Zwerchfelle dabei erstens nicht schrumpften, zweitens Peritoneum und Pleura sehr schön durchsichtig blieben und drittens die Zerfaserung oder das Abziehen der beiden vorgenannten Serosenblätter nicht erschwert wurden. Bei der Formalinfixierung ergab sich neben der Schrumpfung auch eine die Durchsicht störende weißliche Trübung der Serosen und ein erschwertes Abziehen derselben.

Form und Gestalt des Centrum tendineum

(Abb. 1 und 2)

Der Form nach scheint mir das Centrum tendineum von Rind und Pferd mit einem Kartenherzen am besten vergleichbar. Man unterscheidet demnach am Centrum tendineum drei Lappen:

Einen ventralen und zwei dorsale Lappen.

Der rechte und der linke dorsale Lappen werden auch als rechtes und linkes "Horn" bezeichnet.

Der ventrale Lappen gleicht beim Rind einem Rundbogen, dessen Wölbung gegen ventral gerichtet ist. Die Basis wird von einer Horizontalen, die die ventrale Pfeilerspitze berührt, gebildet.

Beim Pferd gleicht der ventrale Lappen eher einem Dreieck, dessen Spitze abgestumpft und gegen das Sternum gerichtet ist. Die Seiten dieses "Dreiecks" sind leicht konvex. Während beim Rind, der an der abdominalen Seite deutlich ausgeprägte untere Rand (ventrale Abgrenzung) des Foramen venae cavae auf der horizontalen Basis des ventralen Lappens liegt und sich direkt rechts neben der Pfeilerspitze befindet, liegt dieser prägnante ventrale Rand des Foramen venae cavae beim Pferd eine gute Handbreite, also rund 10 cm ventral und ebensoweit rechts neben der Pfeilerspitze. Beim Pferd liegt also die ventrale Begrenzung des Foramen venae cavae im Ventrallappen.

Nur bei etwa einem Drittel der untersuchten Rinderzwerchfellspiegel befand sich diese untere Abgrenzung des Foramen venae cavae zwei bis drei Finger breit ventral von der Pfeilerspitze. Der rechte und linke dorsale Lappen sind beinahe rechteckig. Ihre vertikal stehenden längeren Schenkel sind gegen die Lumbalmuskulatur (Pfeiler) zu konkav, gegen die Pars costalis zu konvex.

Das rechte Horn ist bei Rind und Pferd breiter als das linke (um 3 bis 4 cm). Die Feststellung HABERLAH's, nach welcher das rechte Horn kürzer sein soll als das linke, konnte ich nicht bestätigen. Bei Rind und Pferd und auch bei den untersuchten Rinderfoeten sind beide Hörner gleich lang. Das linke Horn ist im dorsalen Bereich besonders schmal, weil die Muskelfasern des Crus laterale sinistrum bei Rind und Pferd weit nach lateral ausstrahlen. Gegenüber dem Crus laterale sinistrum springt aber auch die Costalmuskulatur am linken Horn wesentlich weiter als am rechten gegen das laterale dorsale Ende des linken Horns vor. Das C.t. des Rindes ist in der größten bilateralen Breite

- das ist in der Höhe der ventralen Pfeilerspitzen - genau so breit, wie die größte dorsoventrale Länge mißt.

Beim Pferd ist das C.t. in der dorso-ventralen Ausdehnung länger als in der bilateralen.

Die homolateralen Hauptfasern reichen auf der abdominalen Seite beim Rind etwa fingerbreit in den muskulösen Teil hinein. Beim Pferd laufen die homolateralen Hauptfasern dagegen zwei bis drei Fingerbreiten über den Muskelrand hinaus, lagern sich also der Muskulatur in größerem Maße auf bzw. ein. Dadurch erscheint sowohl beim Rind als auch beim Pferd die thorakale Spiegelfläche des Zwerchfells kleiner als abdominal.

Nach v.d. HELLEN soll das Flächenverhältnis von Zwerchfellspiegel zu Zwerchfellmuskulatur beim kindlichen Zwerchfell zu Gunsten der Muskulatur verschoben sein.

In höherem Alter soll sich dagegen das C.t. auf Kosten der Muskulatur ausbreiten.

Dasselbe konnte ich an Hand meines Untersuchungsmaterials feststellen, jedoch sind die Verschiebungen der Flächenproportionen sehr minimal.

Vergleichende Betrachtung der muskulösen

Zwerchfellteile von Rind und Pferd

(Abb. 1 und 2)

1. Unterschiede der Pars lumbalis zwischen Rind und Pferd.

Die Pars lumbalis oder die Zwerchfellpfeiler bestehen aus zwei muskulösen Schenkeln. Die Durchtrittspforte der Aorta, der Hiatus aorticus gilt als Trennungsstelle des rechten und linken Schenkels.

Der rechte Pfeiler besteht aus den beiden mächtigen Crura medialis dextra und dem schwachen Crus laterale dextrum. Der linke Pfeiler aus dem schwachen Crus laterale - und mediale sinistrum.

Beim Rind ist die Pars lumbalis weit mächtiger als beim Pferd. Die Lumbalmuskulatur reicht bis zur Hälfte des dorsoventralen Durchmessers.

Beim Pferd reicht die ventrale Spitze der Pars lumbalis bis zu einem Drittel des dorso-ventralen Zwerchfelldurchmessers. Die Pfeilermuskulatur ist bei Rind und Pferd weit gegen die Bauchseite vorgewölbt.

Beim Rind ist das Crus mediale sinistrum etwas stärker ausgebildet als das Crus mediale dextrum. Sie verhalten sich zueinander wie 2 : 1,6.

Beim Pferd dagegen verhält sich das Crus mediale sinistrum zum Crus mediale dextrum wie 1 : 2

Durchschnittliche Maße der Lumbalmuskulatur:

(Die Angaben beziehen sich auf mein Untersuchungsmaterial).

	R i n d	P f e r d
Dorsoventrale Länge	24	22
Bilaterale Breite	18	21
Kraniokaudale Dicke	3 - 4	3 - 4
Angaben in cm		

Ferner ist ein Sehnengurt zu erwähnen, der zwischen dem Crus mediale sinistrum und dem Crus mediale dextrum des rechten Zwerchfellpfeilers verläuft.

Beim Rind wird nach dem Abtragen der Fascia peritonealis eine deutliche Sehnenraphe sichtbar. (Abb. 1).

Die von dorsal kommende Sehnenraphe endet etwa fingerbreit oberhalb der dorsalen Kommissur des Hiatus oesophagicus.

Die Präparation dieser Sehnenraphe ergibt:

Es handelt sich um eine in ihrer kraniocaudalen Breite 3 cm messende Sehnenplatte, die 3 - 4 mm dick ist und sich kurz vor dem dorsalen Rand des Hiatus oesophagus in zwei kleinere Schenkel teilt. Diese laufen noch rund 6 cm in die Muskulatur hinein, die den Hiatus oesophagus bildet.

Sie sind durchschnittlich 1,5 bis 2 cm breit und 1 bis 2 mm dick.

Beim Pferd ist zunächst keine Sehnenraphe sichtbar. Präpariert man jedoch das Crus mediale dextrum und sinistrum auseinander, so findet man beim Pferd einen tief versteckten Sehnenstrang. Dieser Sehnenstrang mißt im dorsalen Bereich in seiner kraniocaudalen Breite etwa 2 cm. Dieses beim Pferd schmalere Sehnenband ist an der Kranialkante meist 2 mm und an der kaudalen meist bis zu 8 mm dick. Das Ganze hat also mehr die Form eines Sehnenstranges und nicht die einer Sehnenplatte wie beim Rind.

Auch beim Pferd teilt sich dieser Sehnenstrang dorsal der oberen Kommissur des Schlunddurchganges in zwei etwa 1 cm breite und 6 cm lange Schenkel, die ebenfalls wie beim Rind in die Muskulatur hineinlaufen. Der Faserverlauf in der Sehnenplatte des Rindes und im Sehnenstrang des Pferdes ist ein dorso-ventraler.

2. Die Pars costalis bei Rind und Pferd.

Die Pars costalis bildet zusammen mit der sehr kleinen Pars sternalis die hufeisenförmige Umrahmung des C.t..

Beim Rind heftet sich der kraniioventrale Teil der Pars costalis an der 5./6. Rippe an; von dort aus verläuft dann die prägnant gezackte Anheftungslinie in schräger dorso-kaudaler Richtung bis zur 12. oder 13. (letzten) Rippe.

Die Muskulatur setzt, wie bereits angeführt, in Zacken an der Brustwand an. Diese nach kaudal ausgreifenden Muskelzacken inserieren meist im Intercostalraum.

Im Brustbeinbereich heftet sich die Pars costalis beim Pferd dagegen zwischen der 6. und 7. Rippe an. Die Anheftungslinie der Pars costalis, die nur geringe Ausbuchtungen zeigt, läuft dann bis zur 18. (letzten) Rippe schräg dorso-kaudalwärts. Obwohl beim Rind das Zwerchfell "nur" vom 5. bis zum 13. Rippen-

paar verläuft, beim Pferd vom 6. bis zum 18., so ist doch die transversale Schräge des Zwerchfells beim Pferd nur unbedeutend stärker. Durch die ungleiche Rippenbreite von Rind und Pferd, - das Rind besitzt gegenüber dem Pferd, das sehr schmale Rippen hat, weit breitere, - ergibt sich ein gewisser Ausgleich. Während beim Rind der dorsale Teil der Pars costalis - vom 8. Intercostalraum bis zur 12. oder 13. Rippe - Muskelzacken zeigt, die zwar weit weniger ausgreifend sind als die gegen die Brustwand hin, verläuft die Begrenzungslinie des ventralen Teiles im Bereich der 6., 7. und 8. Rippe nicht gezackt, sondern gerade. Beim Pferd zeigt die Pars costalis gegen das C.t. zu eine durchgehende geradlinige Begrenzung.

Einige Daten und Besonderheiten der Pars costalis:

Rind: Die Pars costalis ist im ventralen Bereich durchschnittlich 12 cm¹⁾ breit.

In seinen mittleren Abschnitten ist die Pars costalis meist 13 cm breit. Als mittleren Abschnitt betrachte ich den Teil, der zwischen 7. u. 9. Rippe und auf der Höhe der ventralen Pfeilerspitze liegt.

Von dort nimmt die Breite nach dorsal ab.

Im dorsalen Teil zeigt die Costalmuskulatur meist eine Breite von 7 cm. Die Ausbildung der Pars costalis ist hier auffallend verschieden. In manchen Fällen ist sie genau so stark ausgebildet - auch 12 bis 13 cm breit und 1 bis 2 cm dick - wie im ventralen Abschnitt.

Diese Unterschiede treten nicht nur von Tier zu Tier auf, sondern es bestehen auch Unterschiede zwischen beiden Seiten eines Tieres.

Pferd: Im ventralen Abschnitt zeigt die Costalmuskulatur eine Breite von 10 bis 13 cm.

Im mittleren Abschnitt - 11. bis 13. Rippe - ist die Costalmuskulatur wie beim Rind am stärksten, sie zeigt hier gewöhnlich eine Breite von 14 cm. (Bei großen Pferden sogar bis zu 18 cm). Auch beim Pferd ist der dorsale Teil der Pars costalis bedeutend schmaler und an der Brustwand breiter angewachsen, so daß hier also auch der Sinus phrenico-costalis beinahe fehlt. Die Dicke beträgt 1 - 1,5 cm, wobei der schmalere dorsale Costalteil dünner ist. (0,6 - 1,0 cm).

1) Anheftung an der Brustwand - Übergang ins C.t.

3. Die Pars sternalis bei Rind und Pferd.

Beim Rind stellt die Pars sternalis eine durchschnittlich 13 cm lange (=dorsoventrale Länge) Partie dar, die sehr deutlich gegen die Pars costalis abgesetzt ist. Die Abgrenzung der Pars costalis gegen die Pars sternalis bildet eine deutlich weißglänzende, streifenförmige, sehnige Bindegewebs-einlagerung. Die Pars sternalis hat eine Breite von 13 bis 15 cm; eine Dicke von meist 1,5 bis 2 cm.

Die Abgrenzung der Pars cost. von der Pars stern. erinnert beim Rind an die Larrey'sche Lücke des Menschen.

Beim Pferd heftet sich die zwischen rechter und linker Hälfte der Costalmuskulatur befindliche Pars sternalis am Xiphosternum an. Die gesamte Pars sternalis stellt also ein nur 5 bis 7 cm großes Zwischenstück dar. Sie ist nicht direkt gegen die Pars costalis abgegrenzt. Nur ihre besondere Gestaltung, sie ist nämlich mit ihren 15 bis 18 cm deutlich breiter (hier ist die Breite identisch mit der dorsoventralen Ausdehnung) als die Pars costalis, dokumentiert ihre Eigenart. Auch in der Dicke - 2 cm - übertrifft sie etwas die Costalmuskulatur.

Bezüglich meiner Feststellung, daß die Pars cost. ihre größte Breite im mittleren Abschnitt besitzt, ist die Angabe KÖRNER'S (1938) interessant, der bei der Muskularisierung des Zwerchfells bei Foeten, die breiteste Muskelanlage der späteren Pars cost. in den mittleren Abschnitten findet, dort wo der Nervus phrenicus eintritt.

Die morphologischen Bestandteile des
Centrum tendineum bei Rind und Pferd und
seiner Struktur

(Homolaterales System und Verspannendes
System).

(Abb. 1 - 9)

Der Bauplan des C.t., der in seinem Wesen notwendigerweise auf die Funktion des Zwerchfells abgestimmt ist, ist gewissermaßen jedem C.t. dieser Tierart zugrunde gelegt. Die Ausbildung des Zwerchfellspiegels kann jedoch beim einzelnen Tier durch die verschiedensten Einflüsse mannigfachen Änderungen unterliegen.

Auf Grund dieser individuellen Verschiedenheit läßt sich ein gemeinsames Konstruktionsprinzip erst nach Untersuchung von umfangreicherem Material ermitteln.

Es war mein Bestreben, die Nomenklatur von VIRNO, HEINRICH und KRAUSS nun auch bei Rind und Pferd zu verwenden, um die Begriffsverwirrungen aus früheren Arbeiten auf diesem Gebiete nicht noch zu vermehren. Außerdem treten die Unterschiede zwischen Rind und Pferd und auch gegenüber Mensch, Hund und Katze bei Verwendung derselben Begriffsbestimmungen deutlicher hervor.

Die Untersuchung des Centrum tendineum von unseren Haustieren ergibt folgende Fasersysteme:

I. Das Grundsystem.

Es baut sich auf aus:

1. Homolateralen Hauptfasern.
2. Fascia enothoracica und Fascia peritonealis.

II. Das Verspannende System.

Es baut sich auf aus:

1. Kontralateralen Hauptfasern.
2. Verspannenden Nebenfasern.
3. Fascia endothoracica und Fascia peritonealis.

I. DAS GRUNDSYSTEM

(Abb. 1, 2 und 3)

1. Die homolateralen Hauptfasern sind die charakteristischen Bauelemente des Centrum tendineum. Sie sind die intermuskulären Sehnen von zweibäuchigen Muskeln.

Die Muskelgruppen der Pars lumbalis einerseits und die der Pars sternocostalis andererseits bilden nämlich durch die Zwischenschaltung von homolateralen Hauptfasern eine funktionelle Einheit in Form von zweibäuchigen Muskeln. Sie sind immer in konstanter Anordnung und Menge vorhanden und bilden funktionell die wichtigste Grundlage des GRUNDSYSTEMS und des Zwerchfells überhaupt.

- a) Die homolateralen Hauptfasern im ventralen Lappen des C.t. verlaufen annähernd radiär von der Pars costalis zu einem Centrum, das unmittelbar ventral der lumbalen Pfeilerspitze liegt.

Als Fläche gesehen, bildet der Teil der homolat. Hauptfasern, der rein radiär verläuft, einen Sektor. Die Begrenzung dieses Sektors ist auf der rechten Seite durch den ventromedialen Rand des Foramen venae cavae gegeben; linkerseits dagegen findet sich keine derartig natürlich scharfe Abgrenzung. Die Grenze verläuft jedoch hier homolog. Die Sektorspitze, also das Centrum der radiär zusammenlaufenden homolat. Hauptfasern liegt ventral der lumbalen Pfeilerspitze.

Dieses Centrum zeigt eine besondere Konstruktion. Die homolat. Hauptfasern laufen hier nicht etwa nur besonders eng und dicht parallel nebeneinander, sondern sie vereinigen sich hier zu einem unentflechtbaren Knoten. Dieser Sehnenknoten stellt eine besonders innige Verflechtung von homolat. Hauptfasern mit den kontralateralen Hauptfasern dar.

Beim Pferd liegen andere Verhältnisse vor. Die homolat. Hauptfasern des ventralen Lappens laufen beim Pferd ähnlich wie bei einem Rad die Speichen zur Nabe zum sehnigen Ring des Foramen venae cavae. Dieses hat zwar keinen geschlossenen Sehnenring, sondern ist nach dorsal offen. Der starke Sehnenhalbkreis ist einerseits an der Pfeilmuskulatur, andererseits mit Hilfe von Fasern des VERSPANNENDEN SYSTEMS aufgehängt.

Der Sehnenknoten kann bei Rind und Pferd einmal kompakter, einmal mehr auseinandergezogen, also in seiner Fläche größer

sein. Seine Durchschnittsgröße entspricht etwa der Größe eines Fünfmärkstückes.

b) Die homolateralen Hauptfasern in den beiden Seitenlappen des C.t..

Die durch den Bau des Brustkorbes bedingte Hufeisenform des muskulösen Sternocostaltheiles des Zwerchfells erfordert einen für die Funktion des Zwerchfelles geeigneten Verlauf der homolat. Hauptfasern zu den v e r - t i k a l verlaufenden Muskelzügen der Lumbalportion.

Aus den geringgradig dorsomedial konvexen Muskellagen der hufeisenförmigen Pars costalis laufen in zunächst geradliniger Fortsetzung die homolat. Hauptfasern nach dorsomedial. Gegen die Pfeilermuskulatur zu zeigen sie eine dorsomediale Konkavität, also eine Abwinkelung. Aus dieser Abwinkelung heraus gehen dann die homolat. Hauptfasern in steiler dorsomedialer Richtung in die Muskelzüge der Pfeiler über. Diese Abwinkelung der homolat. Hauptfasern in den beiden Seitenlappen des C.t. ist in den dorsalen Bereichen der Lappen besonders deutlich. Oft ist eine beinahe rechtwinkelige Richtungsänderung festzustellen. Um aber diesen Winkel bei der Kontraktion des Zwerchfells aufrechtzuerhalten, ist eine besondere Verspannung im C.t. nötig. Die Verspannung, die vor allem in den beiden Seitenlappen des Zwerchfellspiegels und am Übergang in den ventralen Spiegellappen erforderlich ist, wird durch das VERSPANNENDE SYSTEM gewährleistet.

2. Fascia endothoracica und Fascia peritonealis.

Sie verstärken durch ihre Scherengitterstruktur und durch ihre starke Verklebung mit dem Spiegel das Grundsystem. Besonders stark ist diese Verklebung an den Stellen, an denen besondere Spannungen auftreten, also an den beiden Polen der Dorsallappen und im Ventrallappen sowie an den Übergangszonen vom Spiegel in die Zwerchfelmuskulatur.

Das verklebende Bindegewebe findet sich zwischen den homolat. Hauptfasern. Weiterhin verbindet es die Gefäße, Lymphbahnen und Nerven des Zwerchfells mit der homolat. Grundplatte.

Auch zwischen Grundsystem und Verspannendem System besteht eine starke bindegewebige Verklebung.

II. DAS VERSPANNENDE SYSTEM.

(Abb. 4; 8(b;c); 9(b;c);).

1. Die kontralateralen Hauptfasern sind Fasern, deren beide Enden in einen Muskelbauch übergehen. Sie verlaufen jeweils von einem dorsalen Zwerchfellappen zur entgegengesetzten Seite des ventralen Lappens, also kontralateral. Dabei ergibt sich eine Überkreuzung, der vom rechten und der vom linken dorsalen Spiegellappen kommenden kontralateralen Hauptfasern. Diese Überschneidung hilft den Sehnenknoten mitbilden. (s. oben!)

Lage und Verlauf der kontralateralen Hauptfasern.

- a) Beim Rind finden sich die kontralat. Hauptfasern besonders auf der abdominalen Seite.

Verlauf der kontralateralen Hauptfasern von abdominal gesehen:

Aus den dorsal gelegenen Muskelteilen der Pars lumbalis und Pars costalis strahlen Sehnenfasern gegen die mittlere dorsoventrale Achse des rechten Seitenlappens vor, laufen dann als gemeinsamer Strang nach ventral. Sie helfen dann im Bereich des Foramen venae cavae, dessen laterale und ventrale Umgrenzung mitbilden. Sie laufen durch den Sehnenknoten und fächern sich gegen die linke Hälfte des ventralen Spiegellappens ziehend in diesem auf. Mit der linksseitigen Sternocostalmuskulatur nehmen sie Verbindung auf.

Ein kleiner Teil zieht vom Foramen venae cavae aus zunächst ventral bis zur Muskelgrenze derselben Seite und biegt hier gegen die ventrale Spiegelspitze hin ab. Auch direkt aus der Lumbalmuskulatur kommen kontralaterale Hauptfasern, die nach ventral laufend von neu hinzukommenden verstärkt werden. So zeigt sich ein deutlicher Strang entlang der Grenze der Pfeilmuskulatur zum rechten Spiegellappen.

Im Bereich des Foramen venae cavae hilft dieser Strang die mediale Abgrenzung des Foramen venae cavae bilden. Sodann läuft dieser Strang von kontralat. Hauptfasern unter die homolat. Hauptfasern zur thorakalen Seite, kommt aber wieder am ventralen Ende des Sehnenknotens auf die abdominale Seite. Er breitet sich dann fächerartig im rechtseitigen Ventrallappen des Spiegels aus. Am linken dorsalen Spiegellappen

sieht man etwa erst in Höhe des unteren (ventralen) Viertels der Pfeiler starke kontralaterale Hauptfasern. Ein Teil von diesen kommt aus dem unteren Drittel der Lumbalmuskulatur. Der größere Teil beginnt scheinbar im Spiegellappen selbst, jedoch zeigt eine genaue Untersuchung, daß sie von der thorakalen Seite herkommen. Ihr Ursprung liegt auf der thorakalen Seite im Bereich der dorsalen Lumbalmuskulatur und teils auch in den dorsalen Abschnitten der costalen Muskelpartien.

Dieser thorakal gelegene Teil läuft aber nicht so strangartig wie auf der rechten Seite (hier abdominal gelegen) nach ventral, sondern mehr plattenartig, wechselt dann in Höhe des unteren Pfeilerviertels stark gebündelt nach abdominal. Der starke nun vereinigte Gurt - teils aus der ventralen Lumbalmuskulatur, teils von der thorakalen Seite kommend - läuft nun gegen den Sehnenknoten, hilft diesen mitbilden und gabelt sich in zwei Äste.

Ein Ast zieht, den ventralen Rand des Foramen venae cavae verstärkend, zur rechtseitigen Costalmuskulatur, der andere Ast zieht direkt ventral zur Sternalmuskulatur, sich dabei in eine Reihe von Faserbündeln ausbreitend. Der in der Höhe des unteren Drittels der Lumbalmuskulatur von thorakal nach abdominal gewechselte Strang von kontralat. Hauptfasern, der nun abdominal durch kontralaterale Hauptfasern aus der Lumbalmuskulatur verstärkt wird, läuft, wie bereits geschildert, zum Sehnenknoten. Aber noch vorher zeigen sich bei manchen Präparaten stärker, bei anderen weniger stark rechtwinkelige Abgabelungen in die linke Spiegelseite hinein. Diese laufen dann mit den homolat. Hauptfasern derselben Seite. Das ergibt eine besondere Verspannung.

Ein kleiner Teil der thorakal gelegenen, im dorsalen Lappen entspringenden kontralat. Hauptfasern bleibt thorakal und läuft in derselben Richtung wie diejenigen, die auf die abdominale Seite übergetreten sind, und zwar direkt über den Sehnenknoten-Ventralrand des Foramen venae cavae zur gegenüberliegenden Costalmuskulatur. Eine Abzweigung nach ventral zur Sternalmuskulatur wie sie abdominalseitig gegeben ist, liegt hier nicht vor. In diesem Bereich sind kleine individuelle Variationen in der Stärke möglich. Das Verspannungsprinzip der kontralateralen Hauptfasern ist jedoch immer dasselbe.

- b) Beim Pferd liegt das VERSPANNENDE SYSTEM, also in erster Linie die kontralateralen Hauptfasern, zum größten Teil thorakal.

Sie scheinen zunächst z i r k u l ä r zu verlaufen. (die thorakale zirkulär verlaufende Schicht HABERLAH's). Eine genaue Präparation ergibt jedoch für die Fasern, die thorakal der homolat. Grundplatte aufgelagert sind, in den meisten Fällen einen kontralateralen Verlauf. Besondere Konstruktionen finden sich am Ursprung des kontralat. Systems in den beiden Dorsallappen.

Am rechten dorsalen Spiegellappen, an dem die Pfeilermuskulatur bedeutend näher an die der Pars costalis herankommt, entspringt das kontralat. Hauptfasersystem aus den Muskelfasern der Pfeiler. Ein Teil, der senkrecht zu den Fasern des homolat. Systems läuft, endet schon in der oberen Hälfte dieses rechten Dorsallappens. (Hier immer von thorakal gesehen!).

Am linken dorsalen Spiegellappen kommt rund ein Viertel der kontralat. Hauptfasern aus der Costalmuskulatur, läuft beinahe horizontal gegen die Pars lumbalis und biegt dann im Winkel des homolat. Systems nach ventral ab. Dabei treffen sich diese Fasern meist mit dem zweiten Viertel der kontralat. Hauptfasern, die aus der am weitesten dorsal gelegenen Muskulatur der Pars lumbalis kommen.

Ein weiterer Teil (etwa drittes Viertel) kommt aus der ventralen Hälfte der Pars lumbalis. Das letzte Viertel des Verspannenden Systems wird von den Nebenfasern gestellt.

Die kontralat. Hauptfasern der beiden Dorsallappen durchlaufen den Winkel, den die homolat. Hauptfasern in den dorsalen Spiegellappen nahe der Pfeilermuskulatur bilden und laufen dann ventral der Pfeilerspitze zu einem Sehnencentrum (Sehnenknoten) zusammen. Nach genauer Präparation kann man feststellen, daß der Großteil dieser die Längsachse durchlaufenden Fasern auf die andere Spiegelhälfte wechselt und zum weitaus größten Teil bis zur Pars costalis läuft und in diese übergeht. Ein Teil dieser Fasern zieht nicht kontralat., sondern inseriert in der Pars costalis der gleichen Seite.

Bei manchen Präparaten verläuft ein Teil z i r k u l ä r und zwar vom ventral der Pfeiler gelegenen Sehnenknoten aus nach dorsal flügelartig in die beiden dorsalen Spiegellappen.

Diese zirkulären Fasern sind aber eng mit dem Anteil der kontralat. Hauptfasern verbunden. Auch mit den homolat. Hauptfasern im Bereich des Sehnenknotens sind sie innig vereinigt. Dadurch wirken sie funktionell

wie die kontralat. Hauptfasern, weil durch die Verankerung mit den homolat. Hauptfasern im Sehnenknoten diese entsprechend die Schenkel nach ventral verlängern.

Bei manchen Präparaten ist auf der abdominalen Seite, besonders im rechten Dorsallappen (von abdominal gesehen) eine besondere Konstruktion zu finden:

Die homolat. Hauptfasern, die aus der Lumbalmuskulatur kommen, laufen zunächst stark ventrolateral.

Sie winkeln sich dann ab und ziehen lateral zur Pars costalis. Genau an der Abwinkelung tritt eine starke Aufgabelung der homolat. Hauptfasern auf. Es ziehen also Äste der homolat. Hauptfasern nach ventral (in Richtung zum lateralen Rand des Foramen venae cavae), verlieren sich aber schon nach etwa 3 - 5 cm im Sehnen Spiegel. Durch diese Aufgabelung der homolat. Hauptfasern wird die Verspannung verstärkt und gesichert.

Es verlaufen auch auf der abdominalen Seite verspannende Fasern, aber der größte Teil, besonders der des kontralat. Hauptfasern-Anteils liegt beim Pferd thorakal. Beim Pferd läuft auf der thorakalen Seite noch ein doppelter, einmal mehr, einmal weniger ausgeprägter Sehnenstrang von homolat. Hauptfasern aus der ventralen Pfeilmuskulatur über den Sehnenknoten zur Sternalmuskulatur. Mit dem Sehnenknoten ist auch dieser homolat. Verstärkungsgurt innig verbunden.

2. Die verspannenden Nebenfaser n,

(Abb. 1; 2; 5; 6; 8(c); 9(c)) die nur an einem Ende an einem Muskel inserieren, oder an ihren beiden Enden keinen Anschluß an Muskulatur besitzen, finden sich bei Rind und Pferd immer an bestimmten Stellen des C.t..

Qualität und Quantität der Nebenfaser n an diesen Stellen sind jedoch Schwankungen unterworfen.

Die charakteristischen Stellen sind:

I. Auf der abdominalen Fläche:

a) Die dorsale Hälfte des linken Spiegellappens.

Hier strahlen aus den am weitesten dorso-lateral gelegenen Teilen der Pfeilmuskulatur die Nebenfaser n nach ventrolateral aus. Sie biegen

in ihrem Verlauf gegen die Mittelachse des Seitenlappens ein, zeigen also ventro-laterale Konvexität. In den meisten Fällen laufen sie bis etwa zur halben Höhe des dorso-ventralen Längsdurchmessers der Pfeiler. Sie nehmen ein Drittel der oberen Partie des linken Seitenlappens ein. Sie sind den homolat. Hauptfasern aufgelagert.

- b) Im linken Seitenlappen tritt, die kontralateralen Hauptfasern direkt verstärkend, in Höhe des ventralen Drittels der Pfeilermuskulatur beginnend, ein starker Strang von Nebenfasn auf. Sie entspringen aus der homolateralen Grundplatte. Sie befinden sich besonders in der Abwinkelungszone der homolat. Hauptfasern und sind diesen aufgelagert. Sie sind dabei stark mit diesen verwachsen. Gerade dieser Nebenfaserstrang zeigt sehr viele Verflechtungen mit den homolat. Hauptfasern. Streckenweise liegen hier die Nebenfasn auf der thorakalen Seite und treten dann wieder streckenweise auf die abdominale Seite über. Diese Durchflechtung kann sich mehrere Male wiederholen. Im übrigen ist diese Auf- und Unterlagerung des homolat. Grundsystems durch Fasern des Verspannenden Systems überall mehr oder weniger deutlich ausgeprägt, anzutreffen.
- c) Die rechte und in geringerem Grade die linke Grenzzone des ventralen Spiegellappens gegen die Pars sternocostalis zu. (Abb. 5; 6;)

Sehr deutlich ausgeprägt ist besonders der rechtseitige Strang. Bei Rind und Pferd läuft dieser rechtseitig gelegene fingerbreite Strang an der Spiegel-Muskelgrenze, während der linke weit schwächere Strang etwas zentraler verläuft.

- d) In mannigfaltiger Ausprägung und Ausbildung im Bereich des Foramen venae cavae.

II. Auf der thorakalen Fläche:

- e) Die dorsale Hälfte des rechten Spiegellappens. Hier sind die Nebenfasn eigentlich nur beim Pferd deutlich ausgeprägt. Die Verlaufsrichtung ist dieselbe wie abdominalseitig, doch sind Quantität und Qualität der Nebenfasn hier bedeutend geringer.
- f) Das Centrum des ventralen Spiegellappens.
Diese von Nebenfasn eng durchflochtene Fläche kann handtellergroß sein, in vielen Fällen reicht sie aber bis an die Peripherie des Ventrallappens.

Die Nebenfasern ziehen hier zum größten Teil transversal, doch ist bei einem Teil der Präparate eine große Anzahl von Nebenfasern senkrecht zu den homolat. Hauptfasern angeordnet. Sie ziehen also in den lateralen Abschnitten des Ventrallappens dorsalwärts.

Teilweise laufen hier die Nebenfasern kreuz und quer in mehreren Lagen übereinander. Sie bilden in den meisten Präparaten zusammen mit der Fascia endothoracica eine dichte filzige Platte.

In sehr geringer Zahl sind auch auf der abdominalen Seite des ventralen Spiegellappens Nebenfasern vorhanden.

- g) Beim Pferd ziehen Nebenfasern in dorsal offenem Bogen um die ventrale Pfeilerspitze und strahlen in die beiden Seitenlappen des Spiegels aus.

Diese halbbogenförmig verlaufenden Nebenfasern sind mit den kontralat. Hauptfasern eng verbunden und können in einem Präparat die letztgenannten mehr, in einem anderen weniger vikariierend ersetzen.

Die Nebenfasern sind innig mit den homolat. Hauptfasern verflochten. Sie können abwechselnd einmal unter und einmal über den homolat. Hauptfasern laufen. Sie können sogar von der thorakalen Seite zur abdominalen Seite übertreten und wieder zurück. Sie können auch an Stellen, an denen kontralat. Hauptfasern der homolateralen Grundplatte aufgelagert sind, diese miteinander verbinden.

Wenn die kontralat. Hauptfasern nicht in den Seitenlappenpolen, sondern erst in der ventralen Hälfte oder dem ventralen Drittel der Pfeiler-muskulatur aus dieser entspringen, dann sind die Nebenfasern in den Dorsallappen besonders markant ausgebildet. Während die Nebenfasern der beiden Seitenlappen meist an einem Ende an Muskelbündel Anschluß finden, hat der weitaus größte Teil der im Ventrallappen vorhandenen Nebenfasern keinen Anschluß an Muskelfasern.

3. Fascia endothoracica und Fascia peritonealis.

Der Wirkungseffekt der Verspannung wird durch die thorakal- und abdominalseitig aufgelagerten Fascienblätter verstärkt. Dies tritt deutlich an den beiden Seitenlappenpolen in Erscheinung. Hier sind die beiden Fascien

stärker ausgebildet und inniger mit dem Zwerchfellspiegel verwoben. Die mit freiem Auge erkennbaren feinen Faserzüge der Fascien verlaufen zu den muskulösen und sehnigen Teilen des Zwerchfells senkrecht. Es sind also die Züge - der in ihrer Struktur gitterartig aufgebauten Fascien - die besondere Verspannungs-Funktionen zu erfüllen haben, stärker ausgebildet.

Sehr innig sind Fascia endothoracica und Fascia peritonealis auch im Zentralteil des ventralen Spiegellappens und an den Übergangszonen der Muskelteile des Zwerchfells zum Spiegel verwachsen.

Die am Zwerchfell inserierenden Organbänder (Leber, Herzbeutel, Lunge) dienen in erster Linie der Fixierung der zugehörigen Organe am Zwerchfell. Sie helfen aber auf Grund ihrer meist senkrecht zu den homolat. Hauptfasern verlaufenden Anheftungslinien das VERSPANNENDE SYSTEM verstärken.

Das Foramen venae cavae bei Rind und Pferd

1. Anordnung des Foramen venae cavae. (Abb. 1, 2, 8, 9;)

Die Pfeilermuskulatur ist bei Rind und Pferd verschieden stark ausgebildet.

Dies ergibt eine bei Rind und Pferd verschiedene Lage des Foramen venae cavae zur Pfeilermuskulatur. Durch die mächtige, bis über die Hälfte in den dorsoventralen Durchmesser des Zwerchfells hinabreichende Pfeilermuskulatur beim Rind kommt das Foramen venae cavae direkt mit seinem ventralen Rand in die Höhe der ventralen Pfeilerspitze zu liegen. Es liegt also rein lateral rechts neben der Lumbalmuskulatur. Beim Pferd ist dagegen die Lumbalportion geringer entwickelt. Sie reicht nicht so weit nach ventral ins C.t.. Das Foramen venae cavae liegt gut handbreit ventrolateral der Pfeilerspitze.

Von der Pfeilerspitze zieht beim Pferd ein starker deutlich hervortretender Sehnenstrang ventralwärts und bildet - den Ventralrand des Foramen venae cavae umfassend und dann wieder dorsolateralwärts ziehend, sich allmählich auffächernd und an den ventralen Pfeilermuskelzügen inserierend - den Grundring des Foramen venae cavae. (Abb. 2, 3, 7;)

Zu diesem Grundring des Foramen venae cavae laufen auch die homolateralen Hauptfasern des größten Teiles des Ventrallappens wie die Speichen zur Nabe eines Rades. (Abb. 7;)

Der Durchgang einer so starken Vene, wie die Vena cava caudalis, ergibt für den Zwerchfellspiegel einen im Belastungsmoment (Kontraktion) "Locus minoris resistentiae".

Um hier aber den Spiegel gegen Einrisse zu sichern, der Vene eine sichere Fixierung zu bieten, und um ihr Lumen jederzeit offenzuhalten, ist das Foramen venae cavae besonders gut verspannt und die Vene an das Foramen venae cavae gut fixiert.

2. Die Verspannung des Foramen venae cavae. (Abb. 7; 8; 9;)

Sehnenfaserbündel des VERSPANNENDEN SYSTEMS besorgen die Verspannung des Foramen venae cavae.

Sowohl bei Rind und Pferd helfen die kontralateralen Hauptfasern die Umrahmung des Foramen venae cavae in entscheidender Weise mitbilden und bilden

damit zugleich infolge ihrer im vorausgehenden Kapitel geschilderten Verlaufsform und Funktion die Verspannungsvektoren des Venenforamens. (Abb. 8; 9;) Die kontralateralen Hauptfasern sind aufs engste mit dem Sehnengrundring des Foramen venae cavae verwoben. Bei Rind und Pferd stellt die Umrahmung des Hohlvenenforamens, die von homolateralen Hauptfasern, kontralateralen Hauptfasern und Nebenfasern gebildet wird, eine äußerst innige Durchflechtung dar. (Abb. 7;)

An der Verspannung des Foramen venae cavae können sich die Nebenfasern in mannigfacher Weise beteiligen.

Beim Rind ziehen von den kontralateralen Hauptfasern, die entlang der Pfeiler-muskulatur neben dem Foramen venae cavae zum Sehnenknoten laufen und dann zur gegenüberliegenden Seite der Sternocostalmuskulatur, Nebenfasern in senkrechter Richtung zu den homolat. Hauptfasern also dorsolateral (Abb. 8(c₁);).

Auch von den in der Mittelachse des rechten Seitenlappens verlaufenden kontralat. Hauptfaserbündeln ziehen Abzweigungen, also auch Nebenfasern nach dorsomedial und heften sich an den homolat. Hauptfasern an. Das ergibt für das Foramen venae cavae, besonders seines dorsalen Bereiches Aufhängung und Verspannung zugleich. Beim Pferd findet man vom rechtsseitigen und vom linksseitigen Rand des Foramen venae cavae eine Zone von beinahe parallel verlaufenden Nebenfasern. Diese strahlen nach dorsolateral aus. (Abb. 7;)

Auf der thorakalen Seite strahlen in dorsolateraler Richtung gegen den linksseitigen Lappen des Spiegels eine Unzahl von Nebenfasern vom Foramen venae cavae aus, (Abb. 9;) die sowohl die Aufhängung des Foramen venae cavae als auch die Aufrechterhaltung seines Lumens gewährleisten.

Manche Präparate zeigen auch linksseitig (von abdominal gesehen) eine besondere Verspannung und Verstärkung durch gabelartig sich ausbreitende Sehnenfaserbündel von homolat. Hauptfasern und von transversalen Nebenfasersträngen ventral des Foramen venae cavae. (Abb. 7;)

3. Fixierung der Vena Cava caudalis am Foramen venae cavae.

Während Aorta und Oesophagus an ihrer Durchtrittsstelle durch das Zwerchfell zwischen Muskelpartien der Lumbalmuskulatur hindurchziehen und mittels Übergangsmembranen - Membrana phrenico-aortica und Membrana phrenico-oesophagica - die eine labile Fixierung von Aorta und Oesophagus darstellen, ist die Vena cava caudalis fest am Zwerchfellspiegel fixiert.

Die Hohlvene wird in ihrem ventral gerichteten Verlauf von der Leber zum Foramen venae cavae durch Bindegewebe an das C.t. - direkt rechts neben der Lumbalmuskulatur - fixiert. Weit wichtiger als diese bindegewebige Anheftung an das C.t. ist die Befestigung der Hohlvene am Foramen venae cavae.

Die Fixierung am Venenforamen wird durch zwei sehnige Lippen erreicht. Während die dorsale Lippe kranialwärts liegt und keine besonderen Konstruktionsmerkmale zeigt, sie besteht lediglich aus an dieser Stelle schwachen homolat. Hauptfasern und Nebenfasern, verdient die ventro-caudale Sehnenlippe eine eigene Schilderung.

Die homolat. Hauptfasern, die von der Sternocostalmuskulatur ans Foramen venae cavae ziehen und sich meist einige Millimeter vor ihrer Insertion am Venenloch in zwei Äste aufteilen, um sich wie beim Pferd am Sehnengrundring innig zu durchflechten, oder wie beim Rind mit dem einen Ast zur Lumbalmuskulatur, mit dem anderen zu dem rechts des Foramen venae cavae verlaufenden kontralat. Hauptfaserstrangs zu ziehen, spalten sich an der markanten Umrandung des Foramen venae cavae weitere kleine dünne Sehnenästchen gabelartig ab. Auch aus den kontralat. Hauptfasersträngen rechts und links des Foramen venae cavae sprossen solch dünne Ästchen ab. Diese Sehnenästchen strahlen also vom sehr stabilen Sehnenring des Hohlvenenforamens wie Pinzettenschenkel, V-förmig in die Adventitia der Hohlvene ein. Diese Ästchen der homolat. Hauptfasern überkreuzen sich und bilden ein Scherengitter, das direkt in die Wand der Vena cava caudalis übergeht und an der ventrocaudalen Lippe die Adventitia der hinteren Hohlvene zum Großteil bildet. Die Hohlvene ist auf diese Weise absolut am Zwerchfellspiegel fixiert.

Wie bei der Dehnung eines Gummibandes zwei fixierte Punkte gegeben sein müssen, so sind sie hier einerseits durch die stabile Anheftung am Herzen und andererseits durch die oben beschriebene ebenfalls sehr stabile (Anheftung) Fixierung am Foramen venae cavae gegeben.

Eine rudimentäre Bildung, die einem linken Venenforamen entspräche, wie von BLAIR (1923) beim Menschen und KRAUSS (1957) beim Hund beschrieben, konnte ich an meinem Untersuchungsmaterial nicht beobachten. Die linke Vene der paarig angelegten Vena revehentes hepatis scheint also schon in einem frühen Embryonal-Stadium vor der Ausbildung des endgültigen Zwerchfells zu oblitrieren.

Abnorme Muskelbündel im Centrum Tendine-

um.

Über das Vorkommen von Muskeleinlagerungen im C.t. berichten mehrere Autoren. So fanden v.d. HELLEN (1903), BLAIT (1923) und HEINRICH (1953) im Zwerchfellspiegel des Menschen und BERTELLI (1897), HABERLAH (1911) und KRAUSS (1957) im C.t. von Haussäufern Muskelbündel. In v.d. HELLEN's "Beitrag zur Anatomie des Zwerchfells": "Das Centrum Tendineum" bildet das Referat über das Vorkommen von Muskeln im C.t. das umfangreichste Kapitel. Er fand bei 45 im Hinblick auf das Vorkommen von Muskeln im Spiegel des Zwerchfells untersuchten Präparaten 18 mit Muskeleinlagerungen.

HABERLAH berichtet, daß er "— Muskulatur besonders in ventralen Teile des Spiegels eingesprengt gefunden habe, —" ohne jedoch weiteres anzugeben.

KRAUSS, der genaue Angaben über seine Befunde macht, fand beim Hunde in 25 % der Fälle solche Einlagerungen, während er bei der Katze keine derartigen Muskelbündel feststellen konnte.

In den von mir untersuchten 15 Zwerchfellen vom Pferd fand ich bei zwei (2), bei 15 Rinderzwerchfellen ebenfalls bei zwei (2) und bei 25 Rinderfoeten bei sieben (7) Muskelbündel im Spiegel.

Beim Rind fanden sich die abnormen Muskeleinlagerungen:

- 1) Meist auf der Peritoneal-Seite und weit seltener auf der Thorax-Seite.
- 2) Das Maximum von diesen Muskelbündeln liegt im ventralen Spiegel-lappen und zwar meist *ventrolateral* des Foramen venae cavae direkt an dieses angrenzend, oder *ventral* der Pfeilerspitzen in nur geringem Abstand von denselben.
- 3) Die Fasern dieser Muskelbündel verlaufen immer in der Richtung der Sehnenfasern, in die sie sich fortsetzen.
 - a) Also in den meisten Fällen wie die homolateralen Hauptfasern an der betreffenden Stelle.
 - b) Oder wie die Fasern des Verspannenden Systems gerade an dem Einlagerungsbereich verlaufen.
- 4) In einigen Fällen ersetzen sie die Sehnenfasern in ihrer ganzen Länge, meist sind sie jedoch muskulöse Zwischenstücke von Sehnen-

faserbündeln des Grund- oder des Verspannenden Systems.

Kurze Darstellung der einzelnen Fälle:

R i n d e r f o e t e n :

1. S.S.L. 7 cm; wbl. : Vom Bereich des Foramen venae cavae zieht ein relativ breiter Muskelstreifen bis zur Pars sternalis und geht in diese über.
2. S.S.L. 15 cm; ml. : Direkt ventral des Foramen venae cavae befindet sich ein in zwei ungleich großen Zacken nach ventral sich ausbreitendes Muskelfeld, das sich in Homolat. Hauptfasern fortsetzt. Auf der linken ventralen Seite strahlt die Costalmuskulatur in der Höhe ventral der Pfeilerspitze gegen diese in dorsomedialer Richtung bis zu 2/3 der Entfernung Costalmuskulatur - Pfeilerspitze ins C.t. ein.
3. S.S.L. 30 cm; wbl. : Ventrolateral des Foramen venae cavae eine etwa ein qcm große Muskeleinlagerung.
4. S.S.L. 37 cm; ml. : 3-4 mm ventral der Pfeilerspitze befindet sich eine Muskeleinlagerung von etwa ein qcm.
5. S.S.L. 57 cm; ml. : Die abnorme Muskeleinlagerung findet sich ventral des Foramen venae cavae, reicht aber in kontinuierlicher Ausdehnung bis über die Pfeilerspitze nach links. Im Bereich der Pfeilerspitze reicht diese Muskelpartie weiter nach ventral als im Bereich des Foramen venae cavae.
6. S.S.L. 60 cm; ml. : Bei diesem Fetus finden sich drei (3) Muskelbündel im C.t..

Das erste ventral des Foramen venae cavae, es verzüngt sich nach ventrolateral und zieht in der Stärke eines Fadens in die Costalmuskulatur hinein.

Das zweite Muskelfeld liegt 1/2 cm ventral der Pfeilerspitze. Diese Einlagerung hat die Form eines gleichschenkeligen Dreiecks, dessen oberer Schenkel beinahe horizontal läuft, der andere Schenkel läuft senkrecht in der Nähe des erstgespannten Muskelbündels. Der dritte Schenkel verläuft schräg.

Das dritte Muskelfeld liegt an der Grenze des ventralen Spiegellappens zum linken dorsalen Lappen.

7. S.S.L. 66 cm; ml. : Die abnorme Muskelpartie findet sich ventrolateral des Foramen venae cavae.

R i n d :

1. Höhenfleckvieh; Kuh 6 Jahre: Die Muskeleinlagerung befindet sich auf der abdominalen Fläche unterhalb der Pfeilerspitze direkt ventral des Sehnenkreuzungsknotens.

Seine Muskelbäuche haben eine Länge von 3 - 4 cm und verlaufen in dorso-ventraler Richtung. Die erfaßte Fläche, die zwar nicht vollständig von diesen Muskelbündeln bedeckt ist, hat Seitenlängen von etwa 3 x 5 cm.

Die Dicke der Muskelbäuche beträgt rund 1 - 2 mm. Die Muskelfasern gehen direkt in Homolat. Hauptfasern über. Einige kommen auch aus schräg verlaufenden Fasern des Verspannenden Systems.

2. Pinzgauer-Kuh; 8-10 Jahre: Hier befindet sich die abnorme Einlagerung auf der thorakalen Fläche des Spiegels. Es sind z w e i Muskelflächen vorhanden. Die eine liegt direkt ventral der Pfeilerspitze, ihre Fasern verlaufen horizontal. Sie kommen aus der kompakten Sehnenverflechtung am Foramen venae cavae und ziehen unterhalb des Pfeilers nach rechts und gehen in Fasern des Verspannenden Systems über. Die Ausdehnung beträgt etwa in der Vertikalen 4 und in der Horizontalen 5 cm. Dabei ist aber dieses Muskelfeld nicht kompakt, sondern teilweise mit Sehnenfaserbündeln durchsetzt. Die zweite Muskelpartie liegt rund 4 cm ventral der ersten und zeigt aber dorso-ventralen, also vertikalen Faserverlauf. Dieses Muskelfeld nimmt eine Fläche von 2 cm in der Horizontalen und 3 cm in der Vertikalen ein.

Die Muskelbündel dieses Feldes finden sowohl nach dorsal wie auch nach ventral Fortsetzung in den Homolat. Hauptfasern. Im erstgenannten Feld sind die Muskelbündel rund 2 mm, im zweiten 3 mm dick.

P f e r d :

1. Oberländer-Hengst; 2 1/2 jährig; braun: Auf der abdominalen Fläche sind am Übergang zwischen ventralem Spiegellappen und linkem dorsalem Lappen, nahe der Costalmuskulatur in geringer Ausdehnung Muskelfaserbündel eingefügt. Dieses Feld hat eine Breite von 1 1/2 cm und eine dorso-ventrale Länge von 2 1/2 cm. Die Muskelfasern setzen sich schräg nach dorso-lateral

und auch nach ventro-medial in die Verspannungsfasern fort, die hier verlaufen. (Sie verlaufen über die Vena phrenica sinistra; die Muskeleinlagerung ist unmittelbar dorsal der Vena Phrenica sinistra). Die Muskelbündelchen sind rund 1 mm dick.

2. Haflinger-Fuchsstute; 12 Jahre.

Auf der thorakalen Seite liegen dem Grundsystem der homolat. Hauptfasern feine Muskelzüge auf. Sie laufen von der Costal- und Sternalmuskulatur konzentrisch ins C.t. hinein.

Während sie im ventralen Lappen besonders zahlreich vorhanden sind und bis über die Hälfte der Strecke: Pfeilerspitze - Sternal bzw. - Costalmuskelgrenze ins C.t. einstrahlen, finden sie sich an den beiden dorsalen Lappen in weit geringerer Anzahl und stoßen hier nur bis zu einem Drittel der Lappenbreite in diesen vor.

Sie sind mit den homolat. Hauptfasern, mit den thorakalseitig-liegenden Verspannungsfasern und mit der Fascia pleuralis verklebt. Sie liegen also zwischen der Fascia pleuralis und der Schicht der homolat. Hauptfasern.

Trägt man die Fascia pleuralis ab, so finden sich diese zarten Muskel-fasern teilweise an dieser, teilweise verbleiben sie an den verspannenden Fasern der thorakalen Seite, wo diese fehlen an den homolat. Hauptfasern.

Als weitere Besonderheit ist bei diesem Zwerchfellspiegel ein gut ausgeprägter Muskelstreifen sichtbar, der von der ventral der Pfeilerspitze gelegenen Sehnenüberkreuzung nach links in ventro-lateraler Richtung gegen die Vena phrenica zieht. (Der linken von thorakal gesehen).

Auch sind entlang der dorsalen und ventralen Kommissur der V.v. Phrenicae (sinistra et dextra) feine Muskelstreifen in einer Breite von durchwegs rund 1 - 2 cm zu finden.

Eine nähere Untersuchung zeigt, daß diese Muskelzüge gegen die Costalmuskulatur zu in ihrem Faserverlauf s e n k r e c h t zum Verlauf dieser Venen stehen.

Gegen das Foramen venae cavae hin laufen diese Muskelzüge aber in d e r s e l b e n Richtung wie die V.v. Phrenicae. Laufen sie in Richtung der Venen, so sind sie direkt der dorsalen und ventralen Kommissur dieser Venen aufgelagert. Im Querschnitt bilden sie somit eine dorsale und ventrale Polklappe an den Venen.

Stehen die Muskelbündel aber senkrecht oder im Winkel von etwa 60 Grad zum Venenverlauf, so zeigt der Querschnitt fettig-bindegewebige Polklappen, deren Verjüngung die Muskelfasern darstellen.

Die Bedeutung dieser Muskeleinstreuungen sieht v.d. HELLEN (1903) in der Lüftung von Gefäßen. Die im C.t. verlaufenden Gefäße, die bei gespanntem Zwerchfell ihr Lumen verlieren, könnten dieses dadurch offenhalten.

Auch als Polster, an Stellen, an denen sich Nervenäste kreuzen, sollen sie nach v.d. HELLEN dienen.

Nach meinen Untersuchungen liegt ein Großteil der abnormen Muskelbündel ventral am Foramen venae cavae.

Auch die streifenförmige Einlagerung von Muskelfasern entlang den V.v. Phrenicae dextra et sinistra bei einem Pferd sprechen für die Auffassung v.d. HELLEN's.

Diese Muskeleinlagerungen stellen jedoch nur eine Ausnahme dar. Zur Lüftung, Polsterung oder Druckentlastung sind sie zumindest keine Notwendigkeit. Sie scheinen nach Art ihrer Einlagerung vikariierend die Aufgabe der dort fehlenden Sehnenstücke zu ersetzen; setzen sie sich doch an beiden Enden in Sehnenfaserbündel fort.

Es scheint sich bei diesen Muskelbündeln im C.t. um Modifications - V a r i -
ante n zu handeln.

Sie sind embryonal angelegt und bleiben wohl das ganze Leben hindurch erhalten.

D i s k u s s i o n

Mit vorliegender Arbeit sei festgestellt, daß bei Rind und Pferd der Spiegel des Zwerchfells wie bei Mensch, Hund und Katze aus einem Grundsystem und einem Verspannungssystem von Bindegewebsfasern besteht.

Durch eine rein descriptive Betrachtungsweise und durch histologische Untersuchungen kam HABERLAH (1911) zu der Aussage, das Zwerchfell bestehe aus d r e i Schichten. Diese Auffassung findet sich seither in der Literatur.

Die Auflagerung von kontralat. Hauptfasern oder von Nebenfasern abdominal oder thorakal auf die Grundplatte der homolateralen Hauptfasern sowie die stellenweise bindegewebige Verwebung des Grundsystems mit dem Verspannenden System mag zu dieser Auffassung geführt haben.

Diese dreischichtige Lagerung ist aber immer nur stellenweise zu finden, es kann deshalb nicht von drei Zwerchfellspeiegelschichten gesprochen werden.

Grundsystem und Verspannendes System sind nicht aufeinander gelagert. Die kontralat. Hauptfasern verlaufen ihrer Zahl und ihrer Länge nach größtenteils nicht auf, sondern in der homolat. Grundplatte des Grundsystems. Dagegen sind die Nebenfasern der homolat. Grundplatte aufgelagert und mit ihr durch Bindegewebe verklebt.

Während die homolat. Hauptfasern eine geschlossene Platte, eine Schicht, bilden, verläuft das Verspannende System nur in gewissen Streifen des Spiegels.

Der Sehnenknoten, der sich im Centrum des Spiegels befindet, stellt eine feste Verknotung des Grundsystems und des Verspannenden Systems dar. Durch diese Verknotung können die homolat. Hauptfasern selbst bei stärkster Beanspruchung des Zwerchfells nicht auseinanderweichen. Der Zentralpunkt des C.t., an dem sicher die stärkste mechanische Belastung auftritt, erreicht hiermit eine besondere Festigkeit.

Durch die beinahe rechtwinkelige Gegenüberstellung der Pars lumbalis zur Pars sternocostalis ist eine Abwinkelung der homolat. Hauptfasern in den beiden Dorsallappen nötig. Die Aufrechterhaltung dieser Abwinkelung wird durch die eigenartige Anordnung der kontralat. Hauptfasern und der Nebenfasern, also durch das VERSPANNENDE SYSTEM erreicht.

Durch den Nachweis von kontralat. Hauptfasern wirft sich auch die Frage auf, ob bei Pferd und Rind eine paradoxe Krümmung der Pars sternalis des Zwerchfells auftritt.

HASSELWANDER (1949) und HEINRICH (1953) begründen die beim Menschen vorhandene paradoxe Zwerchfellkrümmung bei der Inspiration durch die Funktion der kontralat. Hauptfasern.

Die "paradoxe Krümmung" der Pars costalis ist die Verwölbung der hufeisenförmigen Pars costalis bei der Inspiration gegen das Abdomen. Da aber beim Hund eine paradoxe Krümmung bei der Inspiration nicht vorhanden ist - von WALTER (1956) durch Röntgenaufnahmen erwiesen - sind sicher die kontralat. Hauptfasern nicht die Ursache der paradoxen Krümmung, sondern nur eine notwendige Voraussetzung für deren Zustandekommen.

Die Aufgabe der kontralat. Hauptfasern und der in der Funktion gleichwertigen Nebenfasern ist es, ein Kräfteparallelogramm (KRAUSS (1957)) zu bilden.

Der rechte und linke Zwerchfellappen buchten sich neben der Pfeilermuskulatur intra vitam sicher nicht allein infolge der besonderen Struktur des C.t. kuppelförmig aus, sondern vielmehr durch die Druckdifferenzen zwischen Thorax und Abdomen. Das festgestellte Bauprinzip des Zwerchfellspiegels ist notwendig, damit das Zwerchfell als Funktionseinheit die Aufgabe als "Atmungsmuskel" erfüllen kann.

Die Koordinierung der in zwei verschiedenen Richtungen sich kontrahierenden Muskelgruppen erfolgt damit sowohl durch das GRUNDSYSTEM wie durch das VERSPANNENDE SYSTEM.

Die stabile Fixierung der Vena cava caudalis am Sehnenspiegel des Zwerchfells erfordert eine besondere Verspannung des Foramen venae cavae, mittels der Faserelemente des C.t.. Auch die Fixierung der Vene an das Foramen venae cavae erfolgt durch die verschiedenen Faserarten des C.t..

Durch die Verspannung des Foramen venae cavae wird die für den Kreislauf unbedingt nötige Offenhaltung des Venenlumens gesichert.

Zusammenfassung

1. Der Zwerchfellspiegel von Rind und Pferd besteht nicht aus drei isolierten Schichten, sondern aus einem GRUNDSYSTEM (=Grundplatte) und einem VERSPANNENDEN SYSTEM von Bindegewebsfasern.
2. Das GRUNDSYSTEM wird gebildet durch die homolateralen Hauptfasern. Die Struktur des GRUNDSYSTEMS ist bei Rind und Pferd die gleiche. Die Anordnung der homolateralen Hauptfasern in diesem GRUNDSYSTEM ist regelmäßig und konstant. Die homolateralen Hauptfasern verbinden die in verschiedener Richtung sich kontrahierenden Muskelpartien des Zwerchfells auf kürzestem Wege und bilden die Zwerchfellgrundplatte.
3. Das VERSPANNENDE SYSTEM wird von den kontralateralen Hauptfasern und von den Nebenfasern gebildet.

Aufgabe der kontralateralen Hauptfasern und der Nebenfasern ist es, das GRUNDSYSTEM der homolateralen Hauptfasern zu verspannen. Durch die Anordnung der Muskulatur des Zwerchfells - Pars lumbalis vertikal und die weitaus größten Teile der Pars costalis beinahe horizontal - ist eine Abwinkelung bzw. Bogenbildung der homolateralen Hauptfasern in den beiden Seitenlappen nötig. Diese Abwinkelung bei der Kontraktion des Zwerchfells zu erhalten und die Zugkräfte der Muskelpartien zu koordinieren ist Aufgabe des VERSPANNENDEN SYSTEMS. Es verspannt also die homolateralen Hauptfasern und koordiniert die Zugkräfte der Zwerchfelmuskulatur zu einem Kräfteparallelogramm.

4. Das VERSPANNENDE SYSTEM, besonders die kontralateralen Hauptfasern sind beim Rind großteils abdominal, beim Pferd großteils thorakalseitig gelegen.
5. Der Sehnenknoten stellt eine besonders starke Sehnendurchflechtung im Centrum des Zwerchfellspiegels dar.

GRUNDSYSTEM und VERSPANNENDES SYSTEM sind hier besonders innig verbunden.

6. Die funktionelle Einheit des Zwerchfells - einheitliche Innervierung, die rhythmische Kontraktion und Erschlaffung bei Inspiration und Expiration - ist nur durch die besondere Struktur und Konstruktion des Centrum tendineum, durch die es allen physiologisch auftretenden Belastungsmomenten gewachsen ist, möglich.

7. Das FORAMEN VENAE CAVAE zeigt eine eigene Konstruktion, die durch die im Centrum tendineum auftretenden Zugspannungen und durch die Fixierung der Hohlvene am Foramen venae cavae nötig ist.

Die unter Zug stehende Vena cava (Hohlvene) erfordert eine Fixierung durch Abzweigungen aus den homolateralen und kontralateralen Hauptfasern und den Nebenfasern.

8. Im Spiegel des Zwerchfells von Rind und Pferd kommen akzessorische Muskelbündel vor.

Sie sind als muskulöse Teilstücke von homolateralen oder kontralateralen Hauptfasern aufzufassen ohne besondere funktionelle Aufgabe.



Abb.1: Zwerchfell des Rindes (abdominale Ansicht)



Abb.2: Zwerchfell des Pferdes (abdominale Ansicht)



Abb.3 Zwerchfellspiegel des Pferdes von abdominal gesehen.
Abwinklung der homolat. Hauptfasern.



Abb.4 Zentrum des Sehnenspiegels vom Pferd (thoraxale Seite)



Abb.5: Ventrallappen des Zwerchfells vom Rind (abdominale Seite)
(Siehe Nebenfäsern, S. 30 c)



Abb.6: Ventral lappen des Zwerchfells vom Pferd (abdom. Seite)
(S. 30 c)



Abb.7: Verspannung des Foramen venae cavae beim Pferd
(abdom. Seite)

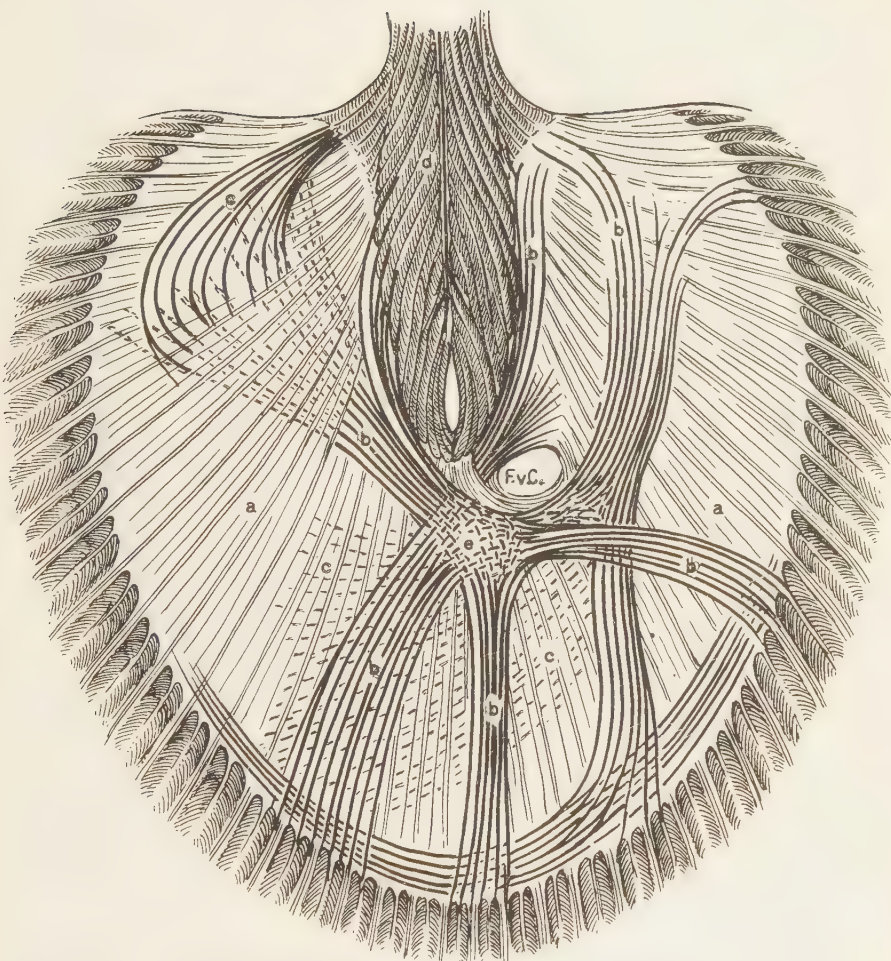


Abb.8: RIND - abdominale Seite des Zwerchfellspiegels

- a) Homolaterale Hauptfasern
- b) Kontralaterale Hauptfasern
- c) Nebenfasern
- d) Sehnenraphe
- e) Sehnenknoten

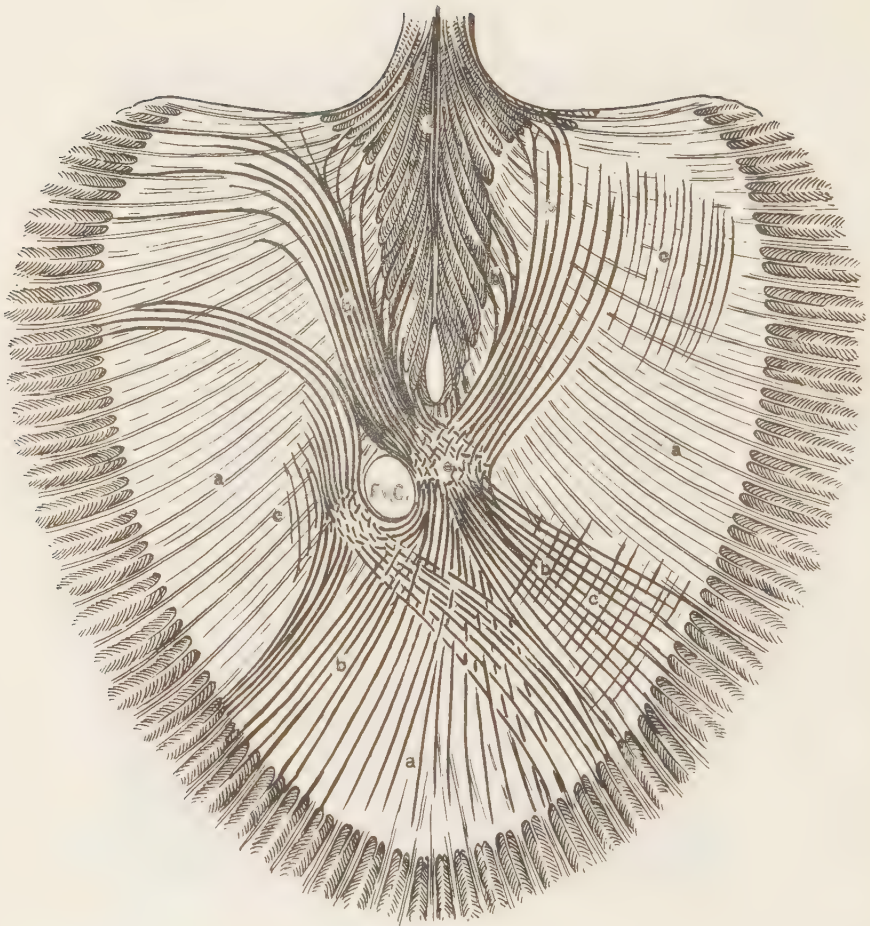


Abb.9: PFERD - thorakale Seite des Zwerchfellspiegels

- a) Homolaterale Hauptfasern
- b) Kontralaterale Hauptfasern
- c) Nebenfasern
- d) Sehnenraphe
- e) Sehnenknoten

L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

1. BARTH, L.G.: Embryologie
The Dryden Press Inc.
New York 19, New York 1953
2. BENNINGHOFF, A.: Lehrbuch der Anatomie des Menschen; I.
Verlag Urban und Schwarzenberg, Berlin
1954
3. BERTELLI, D.: Pieghe dei reni primitivi, Contributo
alla morfologia ed alla sviluppo del
diaframma. Memoire della Societa Toscana
di scienze naturali residente in Pisa.
Vol. XVI (1897) (zitiert nach Krauss
(1957)).
4. BLAIR, D.M.: A Study of the Central Tendon of the
Diaphragma,
Journ. of Anat. 57, 203 - 215 6 Fig.
5. BONGARTZ, G.: Über Struktur und Funktion der Vena cava
caudalis bei Rind, Schaf, Pferd, Schwein
und Hund.
Med. vet. Diss. München 1957
6. BONNET, R.: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte.
Verlag C. Parey, Berlin 1929
7. BOURGERY : L'anatomie de l'homme,
Tome II, Paris 1834 (zitiert nach Blair).
8. BRANDT, W.: Lehrbuch der Embryologie.
Verlag von S. Karger, Basel (Schweiz)
9. BRAUS, H.: Anatomie des Menschen I.
Springer Verlag Berlin - Göttingen -
Heidelberg 1944
10. BROMAN, I.: Über die Entwicklung des membranösen Peri-
cardiums und des Zwerchfells bei den Wir-
beltieren. Ergeb.d.Anat.u. Entwicklungs-
geschichte XX, 1-43, 5 Abb. (1911)

11. BROMAN, I.: Grundriß der Entwicklungsgeschichte des Menschen.
Verlag von J.F. Bergmann, München-Wiesbaden 1921
12. CORNING, H.K.: Lehrbuch der Topographischen Anatomie.
J.F. Bergmann München 1949
13. DOBBERSTEIN, J. - KOCH, T.: Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere.
S. Hirzel Verlag Leipzig; 1953
14. ELLENBERGER, W. - MUELLER, C.: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere.
Verlag von August Hirschwald - Berlin 1896
15. ELLENBERGER - BAUM: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere.
Springer Verlag: Berlin und Wien 1929
16. FAVILLI, N.: Il muscolo Diaframma nei Ruminanti domestici.
(contributio alla Anatomie e Fisiologia, con un appendice destinata ai Veterinari patrici). Tip. Orsolini - Prosperi
Pisa 1928
17. FERNER, H.: Grundriß der Entwicklungsgeschichte des Menschen.
Ernst Reinhardt Verlag München/Basel - 1956
18. FISCHEL, A.: Lehrbuch der Entwicklung des Menschen.
Verlag von J. Springer; Wien u. Berlin - 1929
19. FRANK, L.: Handbuch der Anatomie der Haustiere (mit bes. Berücksichtigung des Pferdes).
Verlag von Ebner & Seubert Stuttgart 1871
- --- Zweite Auflage
Verlag von Schickhardt & Ebner Stuttgart 1883
- --- Dritte Auflage
Verlag von Schickhardt & Ebner Stuttgart 1892
20. GEGENBAUR, C.: Lehrbuch der Anatomie des Menschen 1899
(zitiert nach Haberlah).

21. GERBER, A.: Grundriß der Zoologie.
Ernst Reinhardt Bücherreihe.
J. & S. Federmann Verlag München - 1949
22. GRAY, H.: Anatomie of the Human Body.
Verlag Lea and Fefiger, Philad. 1944
23. GRÖNROOS, H.: Das Centrum tendineum und die respiratorischen
Verschiebungen des Zwerchfells.
Anat. Anz. XIII, 536 - 553; Abb. (1897)
24. GURLT, E.F.: Handbuch der vergleich. Anatomie der Haus-
säugetiere.
Verlag von August Hirschwald - Berlin 1883
25. GURLT, E.F.: Handbuch der vergleichenden Anatomie der
Haus- und Säugetiere.
Verlag von August Hirschwald - Berlin 1860
26. HABERLAH, C.: Vergleichende Untersuchungen über den Bau des
Zwerchfells der Haus - Säugetiere.
Vet. Med. Diss.; Leipzig 1911 75 S.
27. HAFFERL, A.: Lehrbuch der Topographischen Anatomie.
Springer Verlag; Berlin - Göttingen - Heidel-
berg 1953
28. HASSELWANDER, A.: Über die Gestalt des Zwerchfells und die La-
ge des Herzens.
Z. Anat. 114, (1949) 375
29. HEINRICH, R.: Die konstruktive Form des Zwerchfells im Hin-
blick auf die paradoxe Krümmung seiner Pars
sternalis.
Zeitschr. Anat. Entwickl. Geschichte 117
410 - 453, 1953
30. v.d. HELLEN, E.: Beitrag zur Anatomie des Zwerchfelles:
Das Centrum tendineum.
Z.f. Morph. u. Anthropol. VI, 151 - 181 (1903)
31. HENLE, J.: Handbuch d. syst. Anat. des Menschen.
I. Bd. 3. Abtlg.: Muskellehre.
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg u. Sohn
Braunschweig 1858.

32. HERTWIG, O.: Handbuch der vergleichenden u. experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere. III./2. Teil
Verlag von Gustav Fischer - Jena 1906
33. HERTWIG, O.: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen.
Verlag von Gustav Fischer - Jena 1915
34. KOLLMANN, J.: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen.
Verlag von Gustav Fischer - Jena 1898
35. KOLLMANN, J.: Handatlas der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Erster Teil
Verlag von Gustav Fischer - Jena 1907
36. KÖRNER, F.: Über die Muskularisierung des Zwerchfells.
Zeitschrift f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte. 109; 282 - 293 mit 7 Abb.. (1938)
37. KÖRNER, F.: Vergleichende und anatomische Untersuchungen über den Faserverlauf der Pars lumbalis des Zwerchfells zur Begrenzung des Hiatus Oesophagus bei Säugetieren.
Abdruck aus "Morpholog. Jahrbuch" 1929
Bd. 61, Heft 3, S. 409 - 451
Akademische Verlagsgesellschaft M.B.H. Leipzig
38. KRAUSS, H.: Ein Beitrag zur funktionellen Anatomie des Centrum des Zwerchfells von Hund u. Katze.
Med. vet. Diss. München 1957
39. LEISERING, A.G.T. - MUELLER, C. - ELLENBERGER, W.: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haussäugetiere.
Verlag von August Hirschwald - Berlin 1891
40. LE DOUBLE : Fraite des variations du systems musculaire de l'homme - 1897,
(zitiert nach Haberlah).

41. LUDWIG und SCHWEIGGER - SEIDEL: Über das Centrum tendineum des Zwerchfells. Bericht über d. Verhandlungen d. Königlich-sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig.
Mathematisch-physikalische Klasse 18,
362 - 369 (Bei S. Hirzel)
42. LUSCHKA, H.: Die Anatomie des Menschen in Rücksicht auf die Bedürfnisse der praktischen Heilkunde.
I. Bd. 2. Abt. : Die Brust. Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlung. Tübingen 1863
43. MARTIN, P.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. III. Bd.: Vergleich. Anat. des Bewegungsapparates der Haussäuger und des Menschen und Anat. der Hauswiederkäuer.
Verlag von Schickhardt & Ebner (Konrad Wittwer) Stuttgart 1919
44. MARTIN, P.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere II./1 Hälfte Verlag von Schickhardt & Ebner - Stuttgart 1914
45. MARTIN, P. u. SCHAUDER, W.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. III. Bd. Anat. d. Hauswiederkäuer.
Verlag von Schickhardt & Ebner (Konrad Wittwer) Stuttgart 1938
46. MARTIN, P. u. SCHAUDER, W.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere II./ 1. Hälfte. Verlag von Schickhardt & Ebner, Stuttgart 1938
47. NICKEL - SCHUMMER - SEIFERLE : Lehrbuch der Anatomie der Haustiere Band I (1954). Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
48. PANCRAZI, G.: Intorno al "foramen venae cavæ" del diaframma dei Mammiferi.
Atti. Sec. Nat. Modena, Serie VI.
Vol. V-VI (LVII-LVIII) 191-192, (1927).

49. PANCRAZI, G.: La "Pars costalis" del diaframma dei Mammiferi Atti. Soc. Nat. Modena, 62, 69-80 (1931)
La "Pars lumbalis" e il "Centrum tendineum" del diaframma dei Mammiferi.
Atti. Soc. Nat. Modena 62, 135-153 (1931)
La "Pars sternalis" del diaframma dei Mammiferi. Atti. Soc. Nat. Modena, Serie VI Vol. IX 45-47 (1930)
50. PETIT, G.M.: Remarques sur la morphologie du centre phrenique des Mammiferes; Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Tome 168, 417-419
51. POIRIER, P.: Traite d'anatomie humaine;
Tome II Paris 1896 (zitiert nach Krauss)
52. RAUBER - KOPSCH : Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen I.
V E B Georg Thieme Leipzig 1954
53. SAPPEY : Traite d'anatomie descriptive 1876.
(zitiert nach Haberland).
54. SCHEUNERT, A. - TRAUTMANN, A.: Lehrbuch der Veterinärphysiologie.
Paul Parey Verlag Berlin 1951 (S. 228)
55. SIEGLBAUER, F.: Lehrbuch der Normalen Anatomie des Menschen.
Verlag Urban und Schwarzenberg, Wien 1947
56. SILBERSIEPE, E. - BERGE, E.: Lehrbuch der spez. Chirurgie für Tierärzte und Studierende. Ferdinand Enke Verlag,
Stuttgart 1954 (S. 197/198)
57. SISSON, S.: The Anatomie of the Domestic Animals.
W.B. Saunders Company Philadelphia and London 1950
58. SPALTEHOLZ, W.: Handatlas und Lehrbuch der Anatomie des Menschen. I. Teil, Bd. II
Scheltema und Holkema -- N.V. S. Hirzel
Verlag Amsterdam Zürich - Stuttgart 1953
59. STARCK, D.: Embryologie.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1955
60. SUSSDORF, M.: Lehrbuch der vergl. Anatomie der Haustiere I.
Verlag v. Ferdinand Enke - Stuttgart 1895

61. TAGAND, R. et BARONE, R.: Anatomie des Equides Domestiques.
Tome Premier; Appareil Locomoteur; Fascicule
IV, Myologie. 1939 - inclus. 1950
Imprimerie Des Beaux - Arts
Camille Annequin, 19, Rue Roux-Seignat,
Lyon 1952
62. TRAUTMANN, A.: "Das Zwerchfell" in W. Ellenberger's Handbuch
der vergl. Anatomie der Haustiere III
495-517 (1911)
63. VIRNO, V.: Sistema digastrici e centri virtuali di
irradiazione muscolare nel diaframma umano
(morphologia funzionale).
Monit. Zool. Ital., Atti. Sec. Ital. Anat.
Milano, 47, Suppl., 251-255 (1937)
64. VOSS u. HERRLINGER : Taschenbuch der Anatomie I.
Verlag von Gustav Fischer Jena 1948
65. WALTER, P.: Die Röntgenstereoskopie nach der Methode von
Prof. Dr. A. Hasselwander in der Veterinär-
anatomie mit Untersuchungen an Herz und Zwerch-
fell des Hundes.
Anat. Anz. 103 (1956) 38-56, 5 Abb.
66. WIRTH, D. - DIERNHOFER, K.: Lehrbuch der inneren Krankheiten der Haus-
tiere einschl. der Hautkrankheiten sowie der
klinischen Seuchenlehre.
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1950
(s. 372, 121, 607, 565)
67. WÖLFEL, K.: Beiträge zur Entwicklung des Zwerchfells u.
des Magens bei Wiederkäuern.
Anat. Anzeiger, 30, 233 - 270 mit 11 Abb.
(1907)
68. ZIETZSCHMANN, O.: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der Haus-
tiere. Berlin 1924
Verlagsbuchhandlung von Richard Schoetz.
69. ZIETZSCHMANN, O. - KRÖLLING, O.: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der
Haustiere. Paul Parey Verlag in Berlin und
Hamburg 1955

70. ZIMMERL, U.:

Anatomia Topografica Veterinaria,
Casa Edit. Dottor F. Vollandi, Milano 1949.

Am Schluß meiner Arbeit ist es mir eine besonders angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. GRAU für die Überlassung des Themas meinen ergebenen Dank auszusprechen.

Auch Herrn Privatdozenten Dr. WALTER möchte ich für seine wertvollen Ratschläge und gütigen Bemühungen und Herrn Dr. LIEBERMANN für die freundliche Anfertigung von Zeichnungen danken.

L e b e n s l a u f

Am 28. August 1929 wurde ich, Blasius Kollmeier, als erster Sohn des Metzgermeisters Blasius Kollmeier und seiner Ehefrau Rosa, geb. Neuhauser, in Trostberg im Chiemgau geboren.

Ab Ostern 1936 besuchte ich die Volksschule in Trostberg. Nach der sechsten Volksschulklasse besuchte ich ab September 1942 die Oberrealschule mit Gymnasium in Traunstein. 1951 legte ich dort die Reifeprüfung ab.

Nach dem Studentischen Ehrendienst der Tierärztlichen Fakultät der Universität München im Wintersemester 1951/52 immatrikulierte ich mich im Sommersemester 1952 an der Universität München. Nach vier Semestern legte ich die tierärztliche Vorprüfung im Frühjahr 1954 ab.

Mein Studium beschloß ich nach weiteren fünf Semestern in München mit dem tierärztlichen Examen.

Ab Februar 1957 war ich als Veterinärpraktikant bei Herrn Prof. Dr. W. Baier an der Geburtshilflich-Ambulatorischen Tierklinik der Universität tätig.

Von Mai bis Mitte August 1957 bemühte ich mich an der Vollendung meiner Dissertation.

Seit Mitte August 1957 bin ich bei Herrn Distriktstierarzt Dr. Schuck in Trostberg tätig.

